



①⑨ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Veröffentlichung**  
⑩ **DE 101 95 586 T 1**

⑤① Int. Cl. 7:  
**C 04 B 35/00**

- der internationalen Anmeldung mit der
- ⑧⑦ Veröffentlichungsnummer: WO 02/49984 in  
deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
- ②① Deutsches Aktenzeichen: 101 95 586.3
- ⑧⑥ PCT-Aktenzeichen: PCT/JP01/11096
- ⑧⑥ PCT-Anmeldetag: 18. 12. 2001
- ⑧⑦ PCT-Veröffentlichungstag: 27. 6. 2002
- ④③ Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: 19. 12. 2002

**DE 101 95 586 T 1**

③④ Unionspriorität:

2000-387730	20. 12. 2000	JP
2000-395522	26. 12. 2000	JP
2000-395545	26. 12. 2000	JP
2000-398730	27. 12. 2000	JP
2000-398757	27. 12. 2000	JP
2000-398779	27. 12. 2000	JP
2001-355097	20. 11. 2001	JP

⑦① Anmelder:

Murata Mfg. Co., Ltd., Nagaokakyo, Kyoto, JP

⑦④ Vertreter:

Rechts- und Patentanwälte Lorenz Seidler Gossel,  
80538 München

⑦② Erfinder:

Tanaka, Nobuhiko, Kyoto, JP; Higuchi, Yukio,  
Kyoto, JP; Katsube, Masayoshi, Kyoto, JP; Sube,  
Mitsuru, Kyoto, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Lichtdurchlässiges Keramikmaterial, Verfahren zu dessen Herstellung und optische Bauelemente**

**DE 101 95 586 T 1**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

nutzenden optischen Bauteile und Bauelemente unterliegen Beschränkungen in Bezug auf Miniaturisierung bzw. Verkleinerung. Die Kunststoffe besitzen nur geringe Feuchtigkeitsbeständigkeit und haben einen niedrigen Brechungsindex, weisen Doppelbrechung auf und können einfallendes Licht nicht wirkungsvoll durchlassen oder sammeln. Die Einzelkristalle von zum Beispiel  $\text{LiNbO}_3$  besitzen einen hohen Brechungsindex von beispielsweise 2,3, zeigen jedoch Doppelbrechung, sind nur schwer als optische Bauteile wie Linsen einzusetzen und unterliegen Einschränkungen bei der Anwendung.

#### Offenbarung der Erfindung

Zur Lösung der obigen Probleme sieht die Erfindung ein lichtdurchlässiges Keramikmaterial vor, welches einen Brechungsindex von wenigstens 1,9 aufweist und paraelektrische Eigenschaften besitzt.

Der Begriff "paraelektrisch", wie er hier verwendet wird, bezeichnet eine Substanz, deren Dielektrizitätskonstanten sich nicht wesentlich verändern und die auch dann keine Doppelbrechung bewirkt, wenn sie einem elektrischen Feld ausgesetzt wird. Insbesondere besitzt das erfindungsgemäße lichtdurchlässige Keramikmaterial paraelektrische und polykristalline Eigenschaften und bewirkt daher keine Doppelbrechung. Dementsprechend kann das lichtdurchlässige Keramikmaterial breite Anwendung für verschiedene Zwecke finden und kann im Gegensatz zu den eine Doppelbrechung aufweisenden Einzelkristallen bei optischen Bauteilen wie Linsen zum Einsatz kommen. Außerdem besitzt das lichtdurchlässige Keramikmaterial einen Brechungsindex von wenigstens 1,9, kann zu einem optischen Bauteil von relativ geringer Größe verarbeitet werden und erlaubt somit die Miniaturisierung des daraus resultierenden optischen Bauteils.

Der hier verwendete Satzteil "keramisches Pulver von im wesentlichen der gleichen Zusammensetzung wie das keramische Pulvermaterial" bezeichnet ein keramisches Pulver, welches ein Element enthält, das wenigstens einem von mehreren Elementen (ausgenommen Sauerstoff) gleicht, die das keramische Pulvermaterial zur Bildung des lichtdurchlässigen Keramikmaterials ausmachen. Das keramische Pulver enthält vorzugsweise alle der Vielzahl von Elementen, die das keramische Pulvermaterial bilden.

Ferner betrifft die Erfindung vorteilhafterweise ein optisches Bauelement, welches das erfindungsgemäße lichtdurchlässige Keramikmaterial als optisches Bauteil aufweist.

Insbesondere besitzt das erfindungsgemäße lichtdurchlässige Keramikmaterial einen Brechungsindex von wenigstens 1,9 und hat paraelektrische Eigenschaften, kann deshalb die optischen Eigenschaften eines Bauelements, welches das lichtdurchlässige Keramikmaterial als optisches Bauteil wie eine Linse, ein Prisma oder eine optische Lichtwegsteuerplatte nutzt, verbessern und es erlaubt die Miniaturisierung des daraus resultierenden optischen Bauelements.

Weitere erfindungswesentliche Merkmale und Vorteile der Erfindung gehen aus der nachstehenden Beschreibung hervor, in der mit Bezug auf die Zeichnungen Ausführungsbeispiele erläutert werden. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 ein ternäres Zusammensetzungsdiagramm eines erfindungsgemäßen lichtdurchlässigen Keramikmaterials des Systems  $\text{Ba}\{(\text{Sn}_u\text{Zr}_{1-u})_x\text{Mg}_y\text{Ta}_z\}_v\text{O}_w$ .

lässigen Keramikmaterials einer ersten erfindungsgemäßen Zusammensetzung (Probe Nr. 35).

Fig. 10 eine grafische Darstellung eines Beispiels gemessener Brechungsindizes im querelektrischen Modus (TE-Modus) des lichtdurchlässigen Keramikmaterials mit der ersten erfindungsgemäßen Zusammensetzung (Probe Nr. 35).

Fig. 11 eine grafische Darstellung des Verhältnisses zwischen der Wellenlänge und der linearen Durchlässigkeit eines lichtdurchlässigen Keramikmaterials mit einer zweiten erfindungsgemäßen Zusammensetzung (Probe Nr. 13-2).

Fig. 12 eine grafische Darstellung des Verhältnisses zwischen der Wellenlänge und dem Brechungsindex des lichtdurchlässigen Keramikmaterials mit der zweiten erfindungsgemäßen Zusammensetzung (Probe Nr. 13-2).

Fig. 13 eine grafische Darstellung des Verhältnisses zwischen der Wellenlänge und der linearen Durchlässigkeit eines lichtdurchlässigen Keramikmaterials mit der dritten erfindungsgemäßen Zusammensetzung (Probe Nr. 12-5).

Fig. 14 ein Schema einer optischen Sondenvorrichtung nach dem ersten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel.

Fig. 15A und 15B jeweils eine schematische Schnittansicht bzw. ein Schema der Linseneinheit eines flachen optischen Bauelements nach dem zweiten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel.

Fig. 16 eine schematische perspektivische Ansicht eines Prozessschritts zur Herstellung eines flachen optischen Bauelements nach dem zweiten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel.

Breitenrichtung des optischen Wellenleiters nach dem dritten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel.

Fig. 25 eine schematische perspektivische Ansicht eines anderen optischen Wellenleiters nach dem dritten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel.

Fig. 26 eine schematische perspektivische Ansicht eines Prozeßschritts zur Herstellung eines anderen Wellenleiters nach dem dritten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel.

Fig. 27 eine schematische Schnittansicht eines Elektrolumineszenzelements nach dem vierten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel.

Fig. 28 eine schematische Schnittansicht eines akustooptischen Bauelements nach einem fünften erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel.

Fig. 29 eine schematische Schnittansicht eines Prozeßschritts zur Herstellung eines akustooptischen Bauelements nach einem fünften erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel.

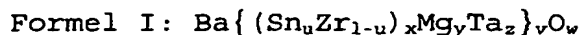
Fig. 30 eine schematische Schnittansicht eines anderen Prozeßschritts zur Herstellung des akustooptischen Bauelements nach dem fünften erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel.

Fig. 31 eine schematische Seitenansicht einer Stablinse nach dem sechsten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel.

#### **Beste Ausführungsform der Erfindung**

Das erfindungsgemäße lichtdurchlässige Keramikmaterial hat einen Brechungsindex von wenigstens 1,9 und besitzt paraelektrische Eigenschaften. Das lichtdurchlässige Keramikmate-

Wenn die Perowskit-Kristallphase mit der ersten erfindungsge-  
mäßigen Zusammensetzung dargestellt wird durch:



worin  $x+y+z=1$ ,  $0 \leq u \leq 1,00$ ,  $1,00 \leq v \leq 1,05$  sind und  $w$  beliebig ist, liegen  $x$ ,  $y$  und  $z$  vorzugsweise innerhalb des Bereichs, welcher von Punkt A ( $x=0,40$ ,  $y=0,23$ ,  $z=0,37$ ), Punkt B ( $x=0$ ,  $y=0,39$ ,  $z=0,61$ ), Punkt C ( $x=0$ ,  $y=0,27$ ,  $z=0,73$ ) und Punkt D ( $x=0,40$ ,  $y=0,11$ ,  $z=0,49$ ), ausgenommen die Linie zwischen Punkt A und B umschlossen wird.

Fig. 1 ist ein ternäres Zusammensetzungsdiagramm zur Darstellung des Zusammensetzungsbereichs von  $x$ ,  $y$  und  $z$  in der Verbund-Perowskit-Kristallphase, die durch Formel I dargestellt wird:

$\text{Ba}\{(\text{Sn}_u\text{Zr}_{1-u})_x\text{Mg}_y\text{Ta}_z\}_v\text{O}_w$ , worin  $x+y+z=1$ ,  $0 \leq u \leq 1,00$ ,  $1,00 \leq v \leq 1,05$  sind und  $w$  eine beliebige Zahl ist.

In Fig. 1 besitzt ein lichtdurchlässiges Keramikmaterial mit einer Zusammensetzung in dem Bereich, welcher von dem Quadrat ABCD umschlossen wird, das durch Verbindung von Punkt A ( $0,40$ ,  $0,23$ ,  $0,37$ ), Punkt B ( $0$ ,  $0,39$ ,  $0,61$ ), Punkt C ( $0$ ,  $0,27$ ,  $0,73$ ) und Punkt D ( $0,40$ ,  $0,11$ ,  $0,49$ ), einschließlich der Linien BC, CD und DA und ausschließlich der Linie AB, entsteht, eine hohe lineare Durchlässigkeit von wenigstens 20 % und einen hohen Brechungsindex von wenigstens 2,0 und normalerweise etwa 2,07.

Bevorzugt liegen  $x$ ,  $y$  und  $z$  in Formel I innerhalb des Bereichs, welcher von Punkt E ( $x=0,400$ ,  $y=0,210$ ,  $z=0,390$ ), Punkt F ( $x=0,125$ ,  $y=0,325$ ,  $z=0,550$ ), Punkt G ( $x=0,125$ ,  $y=0,290$ ,  $z=0,585$ ) und Punkt H ( $x=0,400$ ,  $y=0,170$ ,  $z=0,430$ ) umschlossen wird.

worin  $x+y+z=1$ ,  $0 \leq u \leq 1,00$ ,  $1,00 \leq v \leq 1,050$  sind und  $w$  beliebig ist, liegen  $x$ ,  $y$  und  $z$  vorzugsweise innerhalb des Bereichs, welcher von Punkt A ( $x=0,01$ ,  $y=0,29$ ,  $z=0,70$ ), Punkt B ( $x=0,06$ ,  $y=0,29$ ,  $z=0,65$ ), Punkt C ( $x=0,06$ ,  $y=0,36$ ,  $z=0,58$ ) und Punkt D ( $x=0,01$ ,  $y=0,36$ ,  $z=0,63$ ) umschlossen wird.

Fig. 2 ist ein ternäres Zusammensetzungsdiagramm zur Darstellung des Zusammensetzungsbereichs von  $x$ ,  $y$  und  $z$  in der Verbund-Perowskit-Kristallphase, dargestellt durch Formel II:  $\text{Ba}(\text{Zr}_x\text{Mg}_y\text{Ta}_z)_v\text{O}_w$ , worin  $x+y+z=1$ ,  $0 \leq u \leq 1,00$ ,  $1,00 \leq v \leq 1,050$  sind und  $w$  beliebig ist.

In Fig. 2 besitzt ein lichtdurchlässiges Keramikmaterial mit einer Zusammensetzung in dem Bereich, welcher von dem Quadrat ABCD umschlossen wird, das durch Verbindung von Punkt A ( $0,01$ ,  $0,29$ ,  $0,70$ ), Punkt B ( $0,06$ ,  $0,29$ ,  $0,65$ ), Punkt C ( $0,06$ ,  $0,36$ ,  $0,58$ ) und Punkt D ( $0,01$ ,  $0,36$ ,  $0,63$ ), einschließlich der die einzelnen Punkte verbindenden Linien, entsteht, eine hohe lineare Durchlässigkeit von wenigstens 20 % und einen hohen Brechungsindex von wenigstens 2,0 und normalerweise etwa 2,07.

Bevorzugt liegen  $x$ ,  $y$  und  $z$  in Formel II innerhalb des Bereichs, welcher von Punkt E ( $x=0,020$ ,  $y=0,300$ ,  $z=0,680$ ), Punkt F ( $x=0,050$ ,  $y=0,300$ ,  $z=0,650$ ), Punkt G ( $x=0,050$ ,  $y=0,350$ ,  $z=0,600$ ) und Punkt H ( $x=0,020$ ,  $y=0,350$ ,  $z=0,630$ ) umschlossen wird.

Das lichtdurchlässige Keramikmaterial mit einer Zusammensetzung innerhalb des Bereichs, der von dem Quadrat EFGH umschlossen wird, welches durch Verbindung von Punkt E ( $0,020$ ,  $0,300$ ,  $0,680$ ), Punkt F ( $0,050$ ,  $0,300$ ,  $0,650$ ), Punkt G ( $0,050$ ,  $0,350$ ,  $0,600$ ) und Punkt H ( $0,020$ ,  $0,350$ ,  $0,630$ ), einschließlich der die einzelnen Punkte miteinander verbindenden Li-

F ( $x=0,35$ ,  $y=0,30$ ,  $z=0,35$ ) und Punkt G ( $x=0,30$ ,  $y=0,30$ ,  $z=0,40$ ) umschlossen wird.

Fig. 3 ist ein ternäres Zusammensetzungsdiagramm zur Darstellung des Zusammensetzungsbereichs von  $x$ ,  $y$  und  $z$  in der Verbund-Perowskit-Kristallphase, dargestellt durch Formel II:  $\text{Ba}\{(\text{Sn}_u\text{Zr}_{1-u})_x(\text{Zn}_t\text{Mg}_{1-t})_y\text{Nb}_z\}_v\text{O}_w$ , worin  $x+y+z=1$ ,  $0 \leq t \leq 1,00$ ,  $0 \leq u \leq 1,00$ ,  $1,00 \leq v \leq 1,450$  sind und  $w$  beliebig ist.

Das lichtdurchlässige Keramikmaterial mit einer Zusammensetzung in dem Bereich, welcher von dem Polygon ABCDEFG in Fig. 3 umschlossen wird, das durch Verbindung von Punkt A ( $0,25$ ,  $0,35$ ,  $0,40$ ), Punkt B ( $x=0$ ,  $y=0,35$ ,  $z=0,65$ ), Punkt C ( $x=0$ ,  $y=0,20$ ,  $z=0,80$ ), Punkt D ( $x=0,10$ ,  $y=0,10$ ,  $z=0,80$ ), E ( $x=0,55$ ,  $y=0,10$ ,  $z=0,35$ ), Punkt F ( $x=0,35$ ,  $y=0,30$ ,  $z=0,35$ ) und Punkt G ( $x=0,30$ ,  $y=0,30$ ,  $z=0,40$ ), einschließlich der die einzelnen Punkte miteinander verbindenden Linien, entsteht, besitzt eine hohe lineare Durchlässigkeit von wenigstens 20 % und einen hohen Brechungsindex von wenigstens 2,0 und normalerweise etwa 2,13.

Bevorzugt liegen  $x$ ,  $y$  und  $z$  in Formel III innerhalb des Bereichs, welcher von Punkt H ( $x=0,250$ ,  $y=0,300$ ,  $z=0,450$ ), Punkt I ( $x=0,050$ ,  $y=0,300$ ,  $z=0,650$ ), Punkt J ( $x=0,150$ ,  $y=0,200$ ,  $z=0,650$ ) und Punkt K ( $x=0,350$ ,  $y=0,200$ ,  $z=0,450$ ) umschlossen wird.

Das lichtdurchlässige Keramikmaterial mit einer Zusammensetzung innerhalb des Bereichs, der von dem Quadrat HIJK umschlossen wird, welches durch Verbindung von Punkt H ( $0,250$ ,  $0,300$ ,  $0,450$ ), Punkt I ( $x=0,050$ ,  $y=0,300$ ,  $z=0,650$ ), Punkt J ( $x=0,150$ ,  $y=0,200$ ,  $z=0,650$ ) und Punkt K ( $x=0,350$ ,  $y=0,200$ ,  $z=0,450$ ), einschließlich der die einzelnen Punkte miteinander verbindenden Linien, gebildet wird, besitzt eine hohe lineare



misches Pulvermaterial mit einem Bindemittel zu einer festgelegten Form verarbeitet wird, so daß ein keramischer Grünling entsteht, der Grünling mit einem keramischen Pulver von im wesentlichen der gleichen Zusammensetzung wie das keramische Pulvermaterial in Kontakt gebracht wird und der mit dem keramischen Pulver in Kontakt gebrachte Grünling anschließend gebrannt wird. Bei diesem Prozeß ist der keramische Grünling normalerweise bevorzugt in das keramische Pulver eingebettet und wird dann gebrannt.

Insbesondere kann das lichtdurchlässige Keramikmaterial mit einem Brechungsindex von wenigstens 1,9 und mit paraelektrischen Eigenschaften stabil hergestellt werden, indem der keramische Grünling mit dem keramischen Pulvermaterial in Kontakt gebracht wird, um dadurch Schwankungen in der Zusammensetzung des keramischen Grünlings durch Verdunstung flüchtiger Bestandteile im keramischen Grünling zu unterdrücken.

Das keramische Pulver mit im wesentlichen der gleichen Zusammensetzung wie das keramische Pulvermaterial kann ein keramisches Pulver sein, welches ein ähnliches Element wie wenigstens eines von mehreren Elementen (ausgenommen Sauerstoff), ist, die das keramische Pulvermaterial zur Herstellung des lichtdurchlässigen Keramikmaterials bilden. Das keramische Pulver enthält vorzugsweise alle die verschiedenen Elemente, welche das keramische Pulvermaterial bilden. Die Zusammensetzungsverhältnisse einzelner Elemente im keramischen Pulver können sich von denjenigen im keramischen Pulvermaterial unterscheiden, sollten diesem jedoch vorzugsweise ähnlich sein.

Die Temperatur des lichtdurchlässigen keramischen Grünlings wird vorzugsweise in einer Oxidationsatmosphäre auf einen Wert erhöht, bei dem das Bindemittel entfernt werden kann,

mit Bezug auf mehrere nachstehende Beispiele im einzelnen veranschaulicht.

#### BEISPIEL 1.

Hochreines  $\text{BaCO}_3$ ,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{MgCO}_3$  und  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  als Materialpulver wurden gewogen und zusammen in einer Kugelmühle 16 Stunden lang naß gemischt, wodurch ein Gemisch mit folgenden Zusammensetzungsverhältnissen entstand:  $\text{Ba}\{(\text{Sn}_u\text{Zr}_{1-u})_x\text{Mg}_y\text{Ta}_z\}_v\text{O}_w$ , worin  $u=0,67$ ,  $x=0,16$ ,  $y=0,29$ ,  $z=0,55$  und  $V=1,02$  sind. Das Verhältnis  $w$  nach dem Brennen betrug etwa 3. Die Verhältnisse  $x$ ,  $y$  und  $z$  erfüllen folgende Bedingung:  $x+y+z=1,00$ .

Das Gemisch wurde getrocknet, anschließend 3 Stunden lang bei  $1300^\circ\text{C}$  kalziniert und dadurch entstand ein kalzinierter Preßling. Der kalzinierte Preßling wurde in einer Kugelmühle mit Wasser und einem organischen Bindemittel 16 Stunden lang naß gemahlen. Organische Bindemittel für diese Anwendung können organische Bindemittel sein, welche mit Sauerstoff an der Luft reagieren und sich dadurch aus dem Grünling als Gase wie Kohlendioxidgas oder Wasserdampf beim Sintern an Luft bei einer Temperatur unterhalb der Sintertemperatur, zum Beispiel ca.  $500^\circ\text{C}$ , verflüchtigen. Zu solchen organischen Bindemitteln gehört u.a. zum Beispiel Ethylzellulose.

Der gemahlene Preßling wurde getrocknet, durch ein 50-Mesh-Sieb filtriert, wurde granuliert und daraus entstand ein keramisches Pulvermaterial. Das keramische Pulvermaterial wurde dann unter einem Druck von  $2000\text{ kg/cm}^2$  zu einem scheibenförmigen Grünling mit einem Durchmesser von 30 mm und einer Dicke von 1,8 mm verarbeitet.

14.08.00  
DE 101 95 586 T1

Mittels Röntgendiffraktionsanalyse (XRD) wurde festgestellt, daß der gesinterte Preßling eine Kristallstruktur des Systems  $\text{Ba}(\text{Mg}, \text{Ta})\text{O}_3$  aufwies. Infolge ihrer Ionenradien waren Ba in der A-Site und Mg und Ta in der B-Site der Verbund-Perowskit-Kristallstruktur enthalten.

Brenntemperatur und Zeit können entsprechend der verwendeten Materialzusammensetzung eingestellt werden. Wenn das Material die vorgenannte Zusammensetzung aufweist, kann der keramische Grünling für wenigstens 10 Stunden bei Temperaturen im Bereich von 1550 °C bis 1650 °C gebrannt werden. Beim Brennen unter diesen Bedingungen wird aus dem gesinterten Preßling ein lichtdurchlässiges Keramikmaterial mit zufriedenstellenden optischen Eigenschaften.

Der nach obigem Verfahren hergestellte gesinterte Preßling wurde unter Verwendung eines Schleifmittels als physikalisches Poliermittel bis auf eine Dicke von 0,4 mm auf Hochglanz poliert.

Die lineare Durchlässigkeit und der Brechungsindex des nach obigem Verfahren hergestellten lichtdurchlässigen Keramikmaterials des Systems  $\text{Ba}(\text{Sn}, \text{Zr}, \text{Mg}, \text{Ta})\text{O}_3$  wurde bestimmt. Die lineare Durchlässigkeit wurde bei Meßwellenlängen  $\lambda$  im Bereich von 180 nm bis 900 nm unter Verwendung eines Spektrofotometers (UV-200S) der Firma Shimadzu Corporation bestimmt. Der Brechungsindex wurde bei einer Meßwellenlänge  $\lambda$  von 633 nm unter Verwendung eines Prismenkopplers (Hersteller Metricon; MODELL 2010) bestimmt.

Ferner wurde die Dicke des hergestellten lichtdurchlässigen Keramikmaterials auf 0,2 mm, 0,4 mm und 1,0 mm verändert, um das Verhältnis zwischen der linearen Durchlässigkeit und der Dicke zu verifizieren. Als Vergleichsprobe wurde ein handels-

DE 101 95 586 T1

Das lichtdurchlässige Keramikmaterial des Systems  $\text{Ba}(\text{Sn}, \text{Zr}, \text{Mg}, \text{Ta})\text{O}_3$  zeigt eine zu dem theoretischen Wert äquivalente lineare Durchlässigkeit von etwa 75 %, ohne Rücksicht auf die Dicke. Dies weist darauf hin, daß die Probe in ihrem Kristall nahezu fehlerfrei ist und daß die Probe als optisches Bauteil verwendet werden kann.

Wenn auf die Oberfläche dieser Probe ein AR-Belag (Antireflexbelag) aufgebracht wird, kann die daraus resultierende Probe eine lineare Durchlässigkeit von etwa 100 % aufweisen. Der polykristalline YAG als Vergleichsprobe hat eine lineare Durchlässigkeit in Nähe des theoretischen Wertes, weist jedoch einen Brechungsindex von nur 1,8 auf.

Das so beschriebene lichtdurchlässige Keramikmaterial des Systems  $\text{Ba}(\text{Sn}, \text{Zr}, \text{Mg}, \text{Ta})\text{O}_3$  hat einen höheren Brechungsindex als das lichtdurchlässige Keramikmaterial des YAG-Systems und weist eine höhere lineare Durchlässigkeit auf. Ferner ist das lichtdurchlässige Keramikmaterial des Systems  $\text{Ba}(\text{Sn}, \text{Zr}, \text{Mg}, \text{Ta})\text{O}_3$  ein polykristallines Paraelektrikum und weist deshalb keine Doppelbrechung auf. Ein solches Material, welches alle obigen Eigenschaften aufweist, wurde bei den an sich bekannten optischen Materialien wie den in Tabelle 1 genannten nicht gefunden, ausgenommen die erfindungsgemäßen Materialien. Dieses Material ist deshalb ein vielversprechendes Material für optische Bauelemente und optische Bauteile wie eine Bikonvexlinse 10, eine Bikonkavlinse 11, eine Lichtwegsteuerplatte 12 und eine Kugellinse 13 gemäß Fig. 6.

Als nächstes wurde der Einfluß der Sauerstoffkonzentration in der Brennatmosphäre auf die lineare Durchlässigkeit bestimmt.

Zunächst wurde eine Reihe von lichtdurchlässigen Keramikmaterialien des Systems  $\text{Ba}(\text{Sn}, \text{Zr}, \text{Mg}, \text{Ta})\text{O}_3$  mit einer Dicke von 0,4

14.08.02  
DE 101 95 586 T1

einem scheibenförmigen Grünling mit einem Durchmesser von 30 mm und einer Dicke von 1,8 mm verarbeitet.

Der keramische Grünling wurde in ein keramisches Pulver von gleicher Zusammensetzung wie das keramische Pulvermaterial auf gleiche Weise wie in Beispiel 1 eingebettet. Das keramische Pulver mit der gleichen Zusammensetzung wie das keramische Pulvermaterial war durch Herstellen eines Gemischs mit genau der gleichen Zusammensetzung wie der keramische Grünling, Brennen des Gemischs und Pulverisieren des daraus resultierenden gebrannten Keramikmaterials hergestellt worden. Das keramische Pulver ist nicht unbedingt lichtdurchlässig. Das keramische Pulver muß nur die gleichen Bestandteile enthalten wie der keramische Grünling, und diese Zusammensetzungsverhältnisse können unterschiedlich sein.

Als nächstes wurde der in das keramische Pulver eingebettete keramische Grünling in einem Brennofen in einer Luftatmosphäre auf Temperaturen erhitzt, bei denen sich das organische Bindemittel aus dem keramischen Grünling verflüchtigt. Nach dem Entfernen des Bindemittels wurde die Temperatur des keramischen Grünlings bei Aufrechterhaltung der Brennatmosphäre auf eine Brenntemperatur von 1500 °C erhöht, und dadurch entstand ein gesinterter Preßling. Der keramische Grünling mit dieser Zusammensetzung wird vorzugsweise bei Sintertemperaturen im Bereich von 1500 °C bis 1600 °C für wenigstens 5 Stunden gesintert. Der hergestellte gesinterte Preßling wurde mittels eines Schleifmittels zu einer Dicke von 0,4 mm auf Hochglanz poliert und daraus entstand ein lichtdurchlässiges Keramikmaterial, welches als Hauptkristallphase eine Verbund-Perowskit-Kristallstruktur des Systems  $\text{Ba}(\text{Zn},\text{Ta})\text{O}_3$  enthielt.

Die lineare Durchlässigkeit und der Brechungsindex des lichtdurchlässigen Keramikmaterials des Systems  $\text{Ba}(\text{Zn},\text{Ta})\text{O}_3$  wurden

14.08.00  
DE 101 95 586 T 1

dann unter einem Druck von  $2000 \text{ kg/cm}^2$  zu einem scheibenförmigen Grünling mit einem Durchmesser von 30 mm und einer Dicke von 1,8 mm verarbeitet.

Der keramische Grünling wurde dann unter den gleichen Bedingungen wie in Beispiel 1 gebrannt. Der hergestellte gesinter- te Preßling wurde unter Verwendung eines Schleifmittels zu einer Dicke von 0,4 mm auf Hochglanz poliert und dadurch entstand ein lichtdurchlässiges Keramikmaterial des Ni- haltigen Systems  $\text{Ba}(\text{Mg}, \text{Ta})\text{O}_3$ .

Als Vergleichsprobe wurde eine Probe in gleicher Weise wie oben beschrieben hergestellt, abgesehen davon, daß  $\text{NiO}$  in einer Menge von 1,5 Mol-% zugesetzt wurde.

Die lineare Durchlässigkeit und der Brechungsindex dieser Proben wurden in gleicher Weise wie in Beispiel 1 bestimmt. Bei jeder dieser Proben wurde ein Brechungsindex von 2,1 festgestellt. Das Verhältnis zwischen ihrer linearen Durch- lässigkeit und der Wellenlänge ist in Fig. 8 dargestellt. Fig. 8 zeigt, daß das 1,0 Mol-% Ni enthaltende lichtdurchläs- sige Keramikmaterial des Systems  $\text{Ba}(\text{Mg}, \text{Ta})\text{O}_3$  Durchlässig- keitsspitzen bei einer Wellenlänge  $\lambda$  von 400 nm und 300 nm aufweist. Dieser Wellenbereich deckt sich mit demjenigen blau-violetten Laserstrahlung, die als Kurzwellen- Laserstrahlung eingesetzt werden kann, und die Probe ist als Laser-Bandfilter sehr nützlich.

Demgegenüber tendiert das 1,5 Mol-% Ni enthaltende licht- durchlässige Keramikmaterial des Systems  $\text{Ba}(\text{Mg}, \text{Ta})\text{O}_3$  zu einer verringerten linearen Durchlässigkeit.

#### BEISPIEL 4

DE 101 95 586 T1

bracht werden. Ebenso kann bei Verwendung der Hülle der Grünling in die Hülle eingesetzt werden.

#### BEISPIEL 5

Das lichtdurchlässige Keramikmaterial mit der ersten Zusammensetzung, dargestellt durch Formel I:  $Ba\{(Sn_uZr_{1-u})_xMg_yTa_z\}_vO_w$ , worin  $w$  eine beliebige Zahl ist, wird in diesem Beispiel näher veranschaulicht.

Zunächst wurden  $BaCO_3$ ,  $SnO_2$ ,  $ZrO_2$ ,  $MgCO_3$  und  $Ta_2O_5$  als Materialpulver gewogen, in einer Kugelmühle 16 Stunden lang naß gemischt und dadurch entstanden Gemische mit den Zusammensetzungen gemäß der Formel I:  $Ba\{(Sn_uZr_{1-u})_xMg_yTa_z\}_vO_w$ , worin  $w$  eine beliebige Zahl ist, wie in Tabelle I-1 dargestellt. Jedes einzelne Gemisch wurde getrocknet, wurde dann 3 Stunden lang bei 1300 °C kalziniert und dadurch entstand ein kalzinierter Preßling.

Der kalzinierte Preßling wurde in einer Kugelmühle mit Wasser und einem organischen Bindemittel 16 Stunden lang naß gemahlen. Als organisches Bindemittel kann beispielsweise Ethylzellulose verwendet werden. Neben Ethylzellulose sind für diesen Zweck geeignete organische Bindemittel u.a. solche, die mit Sauerstoff in der Luft reagieren und sich dadurch aus dem Grünling als Gase wie Kohlendioxidgas oder Wasserdampf beim Sintern in der Luft bei einer Temperatur unterhalb der Sintertemperatur, zum Beispiel ca. 500 °C, verflüchtigen.

Der gemahlene Preßling wurde getrocknet, durch ein 50-Mesh-Sieb filtriert, wurde granuliert und daraus entstand ein keramisches Pulvermaterial. Das keramische Pulvermaterial wurde dann unter einem Druck von 2000 kg/cm<sup>2</sup> zu einem schei-

14.08.00  
DE 101 95 586 T1

Inertgase sein. Der Brennprozeß geht im Gegensatz zum isostatischen Heißpressen (HIP) ohne Druckbeaufschlagung vonstatten und der Gesamtdruck entspricht höchstens 1 Atmosphäre. Es ist nicht erforderlich, den Brennprozeß unter Druckbeaufschlagung (unter Belastung) durchzuführen.

Die nach obigem Verfahren hergestellten gesinterten Preßlinge wurden auf Hochglanz poliert und dadurch entstanden scheibenförmige lichtdurchlässige Keramikproben von 0,4 mm Dicke.

Die lineare Durchlässigkeit in einem Wellenbereich von Ultraviolett bis Infrarot ( $\lambda$  200 bis 10.000 nm) und der Brechungsindex jeder der nach obigem Verfahren hergestellten Proben wurden bestimmt. Bei diesem Verfahren wurde die lineare Durchlässigkeit in einem Wellenbereich vom UV-Bereich bis zum Bereich des sichtbaren Lichts und diejenige im Infrarotbereich mittels eines Spektrofotometers der Firma Shimadzu Corporation (UV-200S) bzw. eines Spektrofotometers der Firma Nicolet Instrument Technologies, Inc. (FT-IR Magna 750) bestimmt. Der Brechungsindex und die Doppelbrechung wurden mit einem Prismenkoppler der Firma Metricon (MODELL 2010) bestimmt.

Die Meßergebnisse für lineare Durchlässigkeit und Brechungsindex sind in Tabelle I-1 dargestellt.



14.08.02  
DE 101 95 586 T1

Tabelle I-1 (B)

Probe Nr.	u	x	y	z	v	Brennen bei 1600 °C		Brennen bei 1650 °C	
						Lineare Durchlässigkeit (%)	Brechungsindex	Lineare Durchlässigkeit (%)	Brechungsindex
						633 (nm)	633 (nm)	633 (nm)	633 (nm)
35	0,673	0,162	0,284	0,554	1,025	75,8	2,074	74,0	2,074
36	1,000	0,148	0,292	0,560	1,028	75,0	2,071	73,5	2,071
37	0,000	0,000	0,348	0,652	1,033	22,0	2,074	22,0	2,074
38 (A)	0,333	0,400	0,230	0,370	1,033	0,0	-	0,0	-
39 (B)	0,333	0,000	0,390	0,610	1,033	0,0	-	0,0	-
40 (C)	0,333	0,000	0,270	0,730	1,033	20,0	2,071	20,0	2,071
41 (D)	0,333	0,400	0,110	0,490	1,033	20,5	2,081	20,5	2,081
42 (E)	0,333	0,400	0,210	0,390	1,033	50,5	2,079	50,8	2,079
43 (F)	0,333	0,125	0,325	0,550	1,033	50,2	2,077	65,5	2,077
44 (G)	0,333	0,125	0,290	0,585	1,033	51,5	2,077	68,5	2,077
45 (H)	0,333	0,400	0,170	0,430	1,033	50,8	2,079	51,5	2,079
46	0,333	0,200	0,300	0,500	1,033	45,0	2,078	45,0	2,078

\* Die Symbole in Klammern hinter den Probennummern entsprechen den einzelnen Punkten in Fig. 1.

14.08.02  
DE 101 95 586 T1

Die Probe Nr. 35 des lichtdurchlässigen Keramikmaterials weist eine lineare Durchlässigkeit von etwa 75,8 % auf und die relative Durchlässigkeit zum theoretischen Wert ist 98,5 %. Dies bedeutet, daß die gesinterte Probe im Innern nahezu keinem Durchlässigkeitsverlust unterliegt. Wenn auf die Oberfläche der Probe Nr. 35 des lichtdurchlässigen Keramikmaterials ein Antireflexbelag (AR-Belag) aufgebracht wird, kann der dabei entstehende Artikel eine lineare Durchlässigkeit aufweisen, die im wesentlichen mit dem theoretischen Wert identisch ist. Die lichtdurchlässigen Keramikmaterialien gemäß diesem Beispiel besitzen zufriedenstellende optische Eigenschaften und können deshalb für optische Bauelemente eingesetzt werden.

Unter den in Tabelle I-1 dargestellten Proben besitzt die Probe Nr. 34 des lichtdurchlässigen Keramikmaterials eine hohe lineare Durchlässigkeit. Ein Materialpulver mit der gleichen Zusammensetzung wie die Probe Nr. 34 des lichtdurchlässigen Keramikmaterials wurde zu einem Grünling von 2. Quadratzoll gegossen und der daraus resultierende Grünling wurde bei 1600 °C gebrannt und dabei entstand ein lichtdurchlässiges Keramikmaterial.

Die nachstehende Tabelle I-3 zeigt den Vergleich in Bezug auf lineare Durchlässigkeit und Brechungsindex zwischen dem gepreßten lichtdurchlässigen Keramikmaterial und dem gegossenen lichtdurchlässigen Keramikmaterial, die beide die Zusammensetzung der Probe Nr. 34 aufweisen. Tabelle I-3 zeigt, daß die beiden lichtdurchlässigen Keramikmaterialien gleichwertige lineare Durchlässigkeits- und Brechungsindexwerte aufweisen. Die lichtdurchlässigen Keramikmaterialien gemäß der Beschreibung dieses Beispiels weisen unabhängig vom angewandten Formgebungsverfahren eine hohe lineare Durchlässigkeit und einen zufriedenstellenden Brechungsindex auf.

und einen hohen Brechungsindex, zeigen keine Doppelbrechung und können deshalb für verschiedene optische Teile eingesetzt werden.

#### BEISPIEL 6

Als nächstes werden die lichtdurchlässigen Keramikmaterialien mit der zweiten Zusammensetzung, dargestellt durch Formel II:  $\text{Ba}(\text{Zr}_x\text{Mg}_y\text{Ta}_z)_w\text{O}_w$ , worin  $w$  eine beliebige Zahl ist, nachstehend im einzelnen veranschaulicht.

Zunächst wurden hochreine  $\text{BaCO}_3$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{ZnO}$  und  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  als Materialpulver gewogen, wurden zusammen in einer Kugelmühle 16 Stunden lang naß gemischt und dadurch entstanden Proben mit den durch Formel II dargestellten Zusammensetzungen:  $\text{Ba}(\text{Zr}_x\text{Mg}_y\text{Ta}_z)_w\text{O}_w$  gemäß der Darstellung in Tabelle II-1. Jedes der Gemische wurde getrocknet, wurde dann bei 1200 °C für 3 Stunden kalziniert und dabei entstand ein kalzinierter Preßling.

Der kalzinierte Preßling wurde in einer Kugelmühle mit Wasser und einem organischen Bindemittel 16 Stunden lang naß gemahlen. Der gemahlene Preßling wurde getrocknet, durch ein 50-Mesh-Sieb filtriert, wurde granuliert und daraus entstand ein keramisches Pulvermaterial. Das keramische Pulvermaterial wurde dann unter einem Druck von 2000 kg/cm<sup>2</sup> zu einem scheibenförmigen Grünling mit einem Durchmesser von 30 mm und einer Dicke von 2 mm verarbeitet.

Der keramische Grünling wurde in ein Pulver von gleicher Zusammensetzung wie das keramische Pulvermaterial eingebettet. Der in das Pulver eingebettete keramische Grünling wurde in eine Hülle eingearbeitet, wurde bei 1550 °C in einer Atmosphäre von Sauerstoffgas (etwa 98 %ige Sauerstoffkonzentration)

DE 101 95 586 T 1

wurden unter Verwendung eines Prismenkopplers der Firma Metricon (MODELL 2010) bestimmt und das Verhältnis zwischen Brechungsindex und Wellenlänge wurde unter Verwendung eines Ellipsometers der Firma SENTECH (SE 800) bestimmt.

Die Meßergebnisse sind in nachstehender Tabelle II-1 dargestellt. Die Fig. 11 und 12 zeigen das Verhältnis zwischen linearer Durchlässigkeit und Wellenlänge bzw. das Verhältnis zwischen Brechungsindex und Wellenlänge der Probe Nr. 13-2 des lichtdurchlässigen Keramikmaterials.

TABELLE II-1

Probe Nr.	x	y	z	v	Brennen bei 1550 °C	
					Lineare Durchlässigkeit (%)	Brechungsindex
					633 (nm)	633 (nm)
1	0,025	0,425	0,550	1,005	ungesintert	
2	0,080	0,400	0,520	1,005	8,5	-
3	0,000	0,400	0,600	1,005	1,0	-
4	0,025	0,375	0,600	1,005	13,5	-
5	0,100	0,350	0,550	1,005	ungesintert	
6 (C)	0,060	0,360	0,580	1,005	20,5	2,098
7 (D)	0,010	0,360	0,630	1,005	22,5	2,100
8 (G)	0,050	0,350	0,600	1,005	52,5	2,099
9	0,020	0,350	0,630	1,005	50,0	2,100
10	0,030	0,340	0,630	1,005	64,5	2,100
11	0,010	0,340	0,650	1,005	20,5	2,100
12	0,080	0,310	0,610	1,005	15,5	-
13-1	0,030	0,320	0,650	1,000	15,0	-
13-2	0,030	0,320	0,650	1,005	75,4	2,101
13-3	0,030	0,320	0,650	1,030	75,2	2,101
13-4	0,030	0,320	0,650	1,050	75,0	2,101
13-5	0,030	0,320	0,650	1,055	10,5	-
14	0,000	0,320	0,680	1,005	1,0	-
15 (F)	0,050	0,300	0,650	1,005	50,0	2,102
16 (E)	0,020	0,300	0,680	1,005	50,0	2,104
17 (B)	0,060	0,290	0,650	1,005	25,5	2,102
18 (A)	0,010	0,290	0,700	1,005	22,5	2,105
19	0,080	0,250	0,670	1,005	1,0	-
20	0,030	0,250	0,720	1,005	1,0	-
21	0,000	0,250	0,750	1,005	1,0	-
22	0,005	0,230	0,720	1,005	ungesintert	

\* Die Symbole in Klammern hinter den Probennummern entsprechen den einzelnen Punkten in Fig. 2.

Zum Vergleich der Formgebungsverfahren wurde als nächstes ein keramischer Grünling von 2 Quadratzoll mit der gleichen Zusammensetzung wie die Probe Nr. 13-2 des lichtdurchlässigen Keramikmaterials hergestellt, wurde unter den gleichen Bedingungen wie oben gebrannt und auf Hochglanz poliert und es

14.08.02  
DE 101 95 586 T 1

theoretische Wert (theoretische Maximalwert) der linearen Durchlässigkeit der Probe mit einem Brechungsindex von 2,101 gleich 76,4 %. Das betreffende lichtdurchlässige Keramikmaterial besitzt eine lineare Durchlässigkeit von 75,4 % und die relative Durchlässigkeit im Verhältnis zum theoretischen Wert beträgt 98,7 %. Dies bedeutet, daß der Verlust in der gesinterten Probe vernachlässigbar ist. Wenn auf die Oberfläche des lichtdurchlässigen Keramikmaterials ein Antireflexbelag (AR-Belag) aufgebracht wird, kann der daraus resultierende Artikel eine lineare Durchlässigkeit aufweisen, die im wesentlichen mit dem theoretischen Wert identisch ist.

Wie in Fig. 2 dargestellt, besitzen die lichtdurchlässigen Keramikmaterialien mit der ersten Zusammensetzung innerhalb des Bereichs, der von dem Quadrat ABCD umschlossen wird, welches durch Verbindung der Punkte A, B, C und D, ausgenommen die Linie AB, zustande kommt, eine hohe lineare Durchlässigkeit von wenigstens 20 % und einen hohen Brechungsindex von etwa 2,10. Außerdem besitzen die lichtdurchlässigen Keramikmaterialien mit der ersten Zusammensetzung innerhalb des Bereichs, der von dem Quadrat EFGH umschlossen wird, welches durch Verbindung der Punkte E, F, G und H in Fig. 2 zustande kommt, eine hohe lineare Durchlässigkeit von wenigstens 50 % und einen hohen Brechungsindex von etwa 2,10.

Infolgedessen besitzen die lichtdurchlässigen Keramikmaterialien gemäß diesem Beispiel eine hohe lineare Durchlässigkeit und einen hohen Brechungsindex, zeigen keine Doppelbrechung und können deshalb für verschiedene optische Bauteile eingesetzt werden.

14.08.02  
DE 101 95 586 T1

wurden bis zu einer Dicke von 0,4 mm auf Hochglanz poliert und dadurch entstand ein Prüfkörper.

Die Materialpulvertypen beschränken sich nicht auf Oxide und Carbonate, solange als gesinterte Endprodukte Bauelemente mit den gewünschten Eigenschaften hergestellt werden können. Bei dem obigen Verfahren war die Brennatmosfera eine Oxidationsatmosfera. Die Sauerstoffkonzentration bei diesem Verfahren beträgt vorzugsweise wenigstens 90 Vol.-% und noch besser wenigstens 98 Vol.-%. Die übrigen wenigen Prozent der Atmosphäre können zum Beispiel Bestandteile der Luft und Inertgase sein. Der Brennprozeß geht im Gegensatz zum HIP-Verfahren ohne Druckbeaufschlagung vonstatten und der Gesamtdruck beträgt höchstens 1 Atmosphäre. Es ist nicht erforderlich, den Brennprozeß unter Druckbeaufschlagung (unter Belastung) durchzuführen.

Die lineare Durchlässigkeit in einem Wellenbereich von Ultraviolett bis zum sichtbaren Licht ( $\lambda$  200 bis 900 nm) und der Brechungsindex jeder der nach obigem Verfahren hergestellten Proben wurden bestimmt. Von der Probe Nr. 12-5 des lichtdurchlässigen Keramikmaterials mit einer hohen linearen Durchlässigkeit wurden der Brechungsindex bei  $\lambda$  633 nm und derjenige für den TE-Modus und den TM-Modus ermittelt, um die Anwesenheit oder Abwesenheit einer Doppelbrechung zu verifizieren.

Bei diesem Verfahren wurde die lineare Durchlässigkeit unter Verwendung eines Spektrofotometers der Firma Shimadzu Corporation (UV-200S) bestimmt. Brechungsindex und Doppelbrechung wurden unter Verwendung eines Prismenkopplers der Firma Metricon (MODELL 2010) bestimmt.

14.08.02  
DE 101 95 586 T1

TABELLE III-1 (B)

Probe Nr.	u	t	x	y	z	v	Brennen bei 1450 °C	
							Lineare Durchlässigkeit (%)	Brechungsindex
							633 (nm)	633 (nm)
12-6	1,000	0,000	0,200	0,250	0,550	1,070	62,5	2,130
12-7	1,000	0,000	0,200	0,250	0,550	1,450	70,2	2,133
12-8	0,667	0,500	0,200	0,250	0,550	1,100	67,6	2,128
12-9	0,667	1,000	0,200	0,250	0,550	1,100	67,8	2,132
12-10	1,000	0,500	0,200	0,250	0,550	1,100	70,2	2,128
12-11	1,000	1,000	0,200	0,250	0,550	1,100	70,3	2,132
13	0,333	0,000	0,150	0,250	0,600	1,050	62,5	2,122
14	0,333	0,000	0,500	0,200	0,300	1,050	ungesintert	-
15	0,333	0,000	0,400	0,200	0,400	1,050	20,7	2,120
16 (K)	0,333	0,000	0,350	0,200	0,450	1,050	55,1	2,120
17	0,333	0,000	0,300	0,200	0,500	1,050	51,4	2,121
18	0,333	0,000	0,250	0,200	0,550	1,100	50,0	2,130
19 (J)	0,333	0,000	0,150	0,200	0,650	1,100	50,2	2,132
20	0,333	0,000	0,100	0,200	0,700	1,100	30,8	2,131
21 (C)	0,333	0,000	0,000	0,200	0,800	1,100	20,1	2,131
22	0,333	0,000	0,300	0,150	0,550	1,100	31,7	2,130
23	0,300	0,000	0,200	0,150	0,650	1,100	40,8	2,129
24	0,667	0,000	0,000	0,150	0,850	1,100	ungesintert	-
25 (E)	0,667	0,000	0,550	0,100	0,350	1,100	20,2	2,122
26 (D)	0,667	0,000	0,100	0,100	0,800	1,100	20,1	2,123
27	0,667	0,000	0,400	0,050	0,550	1,100	ungesintert	-
28	0,667	0,000	0,150	0,050	0,800	1,050	ungesintert	-
29	0,333	0,000	0,200	0,250	0,550	1,500	0,0	-

\* Die Symbole in Klammern hinter den Probennummern entsprechen den einzelnen Punkten in Fig. 3.

Zum Vergleich der Formgebungsverfahren wurde als nächstes ein keramischer Grünling von 2 Quadratzoll mit der gleichen Zusammensetzung wie die Probe Nr. 12-5 des lichtdurchlässigen Keramikmaterials hergestellt, wurde unter den gleichen Bedingungen wie oben gebrannt und auf Hochglanz poliert und die lineare Durchlässigkeit und der Brechungsindex des daraus resultierenden Artikels wurden bestimmt. Die Ergebnisse sind in der nachstehenden Tabelle III-2 dargestellt. Tabelle III-2 zeigt, daß die lichtdurchlässigen Keramikmaterialien gemäß diesem Beispiel, ungeachtet der Formgebungsverfahren, einen hohen Brechungsindex und eine zufriedenstellende lineare Durchlässigkeit aufweisen.

TABELLE III-2

Probe Nr.	u	t	x	y	z	v	Pressen		Gießen	
							Lineare Durchlässigkeit (%)	Brechungsindex	Lineare Durchlässigkeit (%)	Brechungsindex
							633 (nm)	633 (nm)	633 (nm)	633 (nm)
12-5	1,000	0,000	0,200	0,250	0,550	1,100	70,3	2,123	72,3	2,123

14.08.02  
DE 101 95 586 T1

Wie in Fig. 3 dargestellt, besitzen die lichtdurchlässigen Keramikmaterialien mit der dritten Zusammensetzung innerhalb des Bereichs, der von dem Polygon ABCD umschlossen wird, welches durch Verbindung der Punkte A, B, C, D, E, F und G zustande kommt, eine hohe lineare Durchlässigkeit von wenigstens 20 % und einen hohen Brechungsindex von etwa 2,13. Außerdem besitzen die lichtdurchlässigen Keramikmaterialien mit der dritten Zusammensetzung innerhalb des Bereichs, der von dem Quadrat HIJK umschlossen wird, welches durch Verbindung der Punkte H, I, J und K in Fig. 3 zustande kommt, eine hohe lineare Durchlässigkeit von wenigstens 50 % und einen hohen Brechungsindex von etwa 2,13.

Infolgedessen besitzen die lichtdurchlässigen Keramikmaterialien gemäß diesem Beispiel eine hohe lineare Durchlässigkeit und einen zufriedenstellenden Brechungsindex, zeigen keine Doppelbrechung und können deshalb für verschiedene optische Bauteile eingesetzt werden.

#### ERSTES AUSFÜHRUNGSBEISPIEL

Mit Bezug auf Fig. 14 sendet eine optische Sonde gemäß dieser Ausführungsform Laserlicht, ein kohärentes Licht, an ein Aufzeichnungsmedium 1, welches sich im Verhältnis zu der optischen Sonde bewegt und auf dem Aufzeichnungsmedium aufgezeichnete Informationen aufgrund des vom Aufzeichnungsmedium 1 reflektierten Lichts reproduziert. Ein solches Aufzeichnungsmedium 1 umfaßt zum Beispiel Compact Discs (CDs) und MiniDiscs (MDs).

Die optische Sonde umfaßt eine Lichtquelle wie ein Halbleiterlaserbauteil 5, eine Kollimatorlinse 4 und einen halbdurchlässigen Spiegel 3. Die Kollimatorlinse 4 wandelt Laserlicht vom Halbleiterlaserbauteil 5 in ein paralleles Licht



limatorlinse 4, der Kondensorlinse 6 und dem halbdurchlässigen Spiegel 3 eingesetzt werden.

#### ZWEITES AUSFÜHRUNGSBEISPIEL

Mit Bezug auf Fig. 15A umfaßt ein flaches optisches Bauelement gemäß diesem Ausführungsbeispiel ein Substrat 11 und mehrere Linseneinheiten (optische Funktionseinheiten) 12 wie plankonvexe Linsen und bikonvexe Linsen. Die mehreren Linseneinheiten 12 sind im Verhältnis zum Substrat 11 in der Weise als Gruppe angeordnet, daß die optische Achse jeder einzelnen Linseneinheit 12 entlang einer Dickenrichtung des Substrats 11 verläuft.

Mit Bezug auf Fig. 15B wird jede einzelne Linseneinheit 12 dadurch gebildet, daß ein Dotierungsmittel 12c wie Ti in das Substrat 11 in Dickenrichtung eingesetzt und der daraus resultierende Artikel gebrannt wird, so daß das Dotierungsmittel 12c in Form einer Linse in das Substrat 11 eindiffundieren kann. Insbesondere weisen die Linseneinheiten 12 einen anderen Brechungsindex als das Substrat 11 auf. Das flache optische Bauelement erfüllt solche optischen Funktionen wie das Sammeln oder Zerstreuen von Licht, welches infolge des Brechungsindexunterschieds zwischen dem Substrat 11 und den Linseneinheiten nahezu längs einer Rotationsachse der Linseneinheiten 12 eintritt.

Die erfindungsgemäßen Keramikmaterialien können als lichtdurchlässige Keramikmaterialien zur Bildung des Substrats 11 und/oder der Linseneinheiten 12 eingesetzt werden.

Die in Dickenrichtung des Substrats 11 angeordneten einzelnen Linseneinheiten 12 sind so gruppiert, daß ihre optischen Achsen fast zusammenfallen und einander gegenüberliegen. Die

14.08.02

DE 101 95 586 T1

einer Dicke von etwa 10  $\mu\text{m}$  bis etwa 30  $\mu\text{m}$ . Die Grünlingplatte wird dann in Rechtecke von zum Beispiel 30 mm Breite und 40 mm Länge geschnitten. Mit Bezug auf Fig. 16 werden auf den Oberflächen der Grünlingplatten 14 Pastenflächen (Dotiermittelflächen) 15, die ein Dotierungsmittel enthalten, durch Bedrucken oder Beschichten zu einer im wesentlichen runden Form ausgebildet, deren Muster so beschaffen ist, daß die Linseneinheiten 12 als Mikrolinsen ausgebildet werden können.

Fig. 16 zeigt Beispiele des Musters. Insbesondere als Muster für die Ausbildung der plankonvexen Linsen 12a werden fast runde Pastenflächen 15 auf jeder der benachbarten Grünlingplatten 14 coaxial so angeordnet, daß die Pastenflächen 15 jeweils einen Durchmesser aufweisen, der von der Oberfläche des schließlich hergestellten Substrats 11 her allmählich abnimmt. Als Muster für die Ausbildung der bikonvexen Linsen 12b werden fast runde Pastenflächen 15 auf jeder der benachbarten Grünlingplatten 14 coaxial so angeordnet, daß die Pastenflächen 15 jeweils einen Durchmesser aufweisen, der allmählich zunimmt und dann allmählich in Dickenrichtung des Substrats 11 abnimmt.

Diese Pastenflächen 15 werden durch Bedrucken der Pastenflächen 15 nach dem Siebdruckverfahren sowie durch Trocknen der bedruckten Pastenflächen 15 auf eine Dicke ausgebildet, die kleiner ist als die Dicke der Grünlingplatte 14 (vorzugsweise ein Fünftel oder weniger der Dicke der Grünlingplatte 14), zum Beispiel auf eine Dicke von einigen Mikrometern.

Die Grünlingplatten 14 werden dann in Dickenrichtung so laminiert, daß die Mittellinien einander gegenüberliegender Pastenflächen 15 zusammenfallen und dadurch die Linseneinheit 12 als Mikrolinsen entsteht. Das Laminat wird dann gepreßt, um die Grünlingplatten 14 zu einer Einheit zu machen, und da-



Mit Bezug auf Fig. 19 können auf der Oberfläche oder im Innern des Substrats 11 halbzyklindrische oder fast zylindrische linsenförmige Linsen als Linseneinheiten 12 ausgebildet werden.

Bei dem obigen Herstellungsverfahren werden die Grünlinge 16 zur Bildung des flachen optischen Bauelements einzeln vorbereitet. Mit Bezug auf Fig. 20 können die Grünlinge 16 wie folgt auf einmal vorbereitet werden. Insbesondere werden mehrere Pastenflächen 15 auf einem großen Grünling mit einer größeren Fläche als die Grünlingplatte 14 ausgebildet, und mehrere Lagen der großen Grünlingplatte werden laminiert und in Dickenrichtung so zusammengepreßt, daß die Pastenflächen 15 die Linseneinheiten 12 bilden und dadurch ein laminierter Block 21 entsteht. Der laminierte Block 21 wird dann in einer Laminierichtung längs der Schneidlinien 26 und 27 geschnitten und dadurch entstehen die Grünlinge 16.

Das vorgenannte flache optische Bauelement umfaßt ein aus dem erfindungsgemäßen lichtdurchlässigen Keramikmaterial bestehendes flaches Substrat und optische Funktionseinheiten mit einem anderen Brechungsindex als dem des Substrats. Dementsprechend können im Substrat ohne weiteres bikonvexe Linsen und andere optische Funktionseinheiten ausgebildet werden, und deren Vergrößerung und numerische Aperturen können leicht verbessert werden. Außerdem können die Dotierungsmittelflächen enthaltenden optischen Funktionseinheiten auf stabile Weise ausgebildet werden, indem Grünlinge aus dem keramischen Pulvermaterial hergestellt werden, indem ein Dotierungsmittel für die Veränderung des Brechungsindex an den Grünlingoberflächen enthaltende Dotierungsmittelflächen gebildet werden, indem die die Dotierungsmittelflächen tragenden Grünlingplatten laminiert werden und das dadurch hergestellte

DE 101 95 5 86 T 4

Zunächst wird das vorgenannte keramische Pulvermaterial hergestellt, wird in einer Kugelmühle mit einem organischen Bindemittel zum Beispiel 16 Stunden lang naß gemahlen und dadurch entsteht eine Schlämme. Die Schlämme wird mittels eines Verfahrens wie des Rakelverfahrens zu einer Platte verarbeitet und dadurch entsteht eine Grünlingplatte mit einer Dicke von etwa 10  $\mu\text{m}$  bis etwa 30  $\mu\text{m}$ . Die Grünlingplatte wird dann in Rechtecke von zum Beispiel 30 mm Breite und 40 mm Länge geschnitten.

Mit Bezug auf Fig. 22 werden auf den Oberflächen der einzelnen Grünlingplatten 44 etwa rechteckige Pastenflächen (Dotierungsmittelflächen) 45, die ein Dotierungsmittel enthalten, ausgebildet, indem diese so bedruckt oder beschichtet werden, daß die optische Wellenleitereinheit 42 entsteht. Diese Pastenflächen 45 werden durch Bedrucken jeder Pastenfläche 45 nach dem Siebdruckverfahren sowie durch Trocknen der bedruckten Pastenflächen 45 auf eine geringere Dicke als diejenige der Grünlingplatte 44 (vorzugsweise ein Fünftel oder weniger der Dicke der Grünlingplatte 44), zum Beispiel auf eine Dicke von einigen Mikrometern ausgebildet.

Ein Beispiel des hier verwendeten Musters ist folgendes. Zur Bildung einer optischen Wellenleitereinheit 42 von etwa rundem Querschnitt werden etwa rechteckige einzelne Pastenflächen 45 auf benachbarten Grünlingplatten 44 so ausgebildet, daß die Mittellinien der Pastenflächen 45 in Längsrichtung zusammenfallen und die Pastenflächen 45 jeweils eine Breite aufweisen, die allmählich zunimmt und dann von der Oberfläche des Substrats 41 her allmählich abnimmt. Beim Ausbilden dieses Musters diffundiert das Dotierungsmittel in den Pastenflächen 45 während des Brennens und dadurch entsteht die optische Wellenleitereinheit 42 mit etwa rundem Querschnitt.

Verwendung einer einschichtigen Pastenfläche 45 ausgebildet werden.

Mit Bezug auf die Fig. 24A, 24B und 24C besitzt die optische Wellenleitereinheit 42 in dem optischen Wellenleiter infolge der Wirkung des eindiffundierten Dotierungsmittels einen höheren Brechungsindex als das Substrat 41. Insbesondere wird der Brechungsindex der optischen Wellenleitereinheit 42 so verteilt, daß er von der Mitte der optischen Wellenleitereinheit 42 zur Außenperipherie hin allmählich und symmetrisch abnimmt. Somit weist die optische Wellenleitereinheit 42 einen "verteilten Brechungsindex" auf. Das in die optische Wellenleitereinheit 42 eingetretene Licht bewegt sich in einer Richtung mit höherem Brechungsindex und bewegt sich dadurch wirksam im Innern der optischen Wellenleitereinheit 42, ohne aus der optischen Wellenleitereinheit 42 abgeleitet zu werden.

Der optische Wellenleiter kann infolge des hohen Brechungsindex der optischen Wellenleitereinheit 42 auch als optisches Verzögerungselement eingesetzt und kann miniaturisiert werden, da er eine hohe Durchlässigkeit und einen hohen Brechungsindex aufweist. Außerdem wird die optische Wellenleitereinheit 42 im Innern des Substrats 41 ausgebildet, und die Peripherie der optischen Wellenleitereinheit 42 wird vollständig und fest von dem Substrat 41 bedeckt. Der optische Wellenleiter kann daher Lichtverlust infolge einer teilweise freiliegenden optischen Wellenleitereinheit oder Streulichtverlust infolge einer rauhen Oberfläche der freiliegenden Fläche einer solchen optischen Wellenleitereinheit verhindern. Der optische Wellenleiter kann das Licht dadurch mit verbessertem Wirkungsgrad durchlassen.

DE 101 95 5 86 T4

14.08.02

Obige Ausführungsbeispiele wurden veranschaulicht, indem Ti als Beispiel für das Dotierungsmittel verwendet wurde. Ähnliche Vorteile wie die oben geschilderten können erzielt werden, indem man wenigstens ein Element aus anderen Elementen der Titangruppe als Ti, Elemente aus der Vanadiumgruppe, Elemente aus den Eisengruppen, Elemente aus der Platingruppe und Seltenerdelemente verwendet.

Der optische Wellenleiter umfaßt das aus dem lichtdurchlässigen Keramikmaterial und der optischen Wellenleitereinheit mit einem höheren Brechungsindex als dem des Substrats bestehende Substrat, und die Peripherie der optischen Wellenleitereinheit im Verhältnis zum Weg des Lichts in der optischen Wellenleitereinheit ist mit dem Substrat bedeckt. Dementsprechend kann der optische Wellenleiter das Licht mit verbessertem Wirkungsgrad durchlassen und ist einfach zu produzieren.

#### **VIERTES AUSFÜHRUNGSBEISPIEL**

Mit Bezug auf Fig. 27 umfaßt ein Elektrolumineszenzelement gemäß diesem Ausführungsbeispiel eine aus dem erfindungsgemäßen lichtdurchlässigen Keramikmaterial bestehende Substratplatte 71. Die Substratplatte 71 weist zum Beispiel eine Oberflächenrauigkeit  $R_a$  von  $0,005 \mu m$  und einen Oberflächenfehlerfläche von  $0,1 \%$  auf.

Eine transparente Elektrodenschicht 72, zum Beispiel bestehend aus ITO (Indiumzinnoxid), von  $200 \text{ nm}$  Dicke wird auf dem Substrat 71 nach einem Verfahren wie Zerstäubung ausgebildet. Die transparente Elektrodenschicht 72 bildet eine gemeinsame Elektrodenschicht. Auf der transparenten Elektrodenschicht 72 werden eine untere Isolierschicht, eine Lumineszenzschicht 74 und eine obere Isolierschicht 75, in dieser Reihenfolge, ausgebildet. Als untere Isolierschicht 72 kann ein Mehr-

DE 101 95 586 T1

14.08.02

Dicke der Lumineszenzschicht 74 schwankt. Bei Bildung der Dünnschichtelemente treten keine Fehler wie zum Beispiel Risse auf. Der Grund liegt darin, daß die vorgenannten lichtdurchlässigen Keramikmaterialien jeweils einen Wärmeausdehnungskoeffizienten von  $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  bis  $11 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  aufweisen, der in der Nähe des Wärmeausdehnungskoeffizienten der aus SrS bestehenden Lumineszenzschicht 74,  $11 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  bis  $14 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  liegt, und dadurch kann ein Unterschied im Wärmeausdehnungskoeffizienten zwischen der Lumineszenzschicht 74 und dem Substrat 71 vermieden werden.

Außerdem kann das Elektrolumineszenzelement ohne den Einsatz von teuren Materialien für das Substrat, wie ein einkristallines  $\text{SrTiO}_3$ , hergestellt werden, es kann optische Eigenschaften besitzen, die denjenigen teurer Materialien gleichwertig sind, und es erfordert keine Prozesse in Verbindung mit teuren Geräten wie Heißpressen (HP) und isostatisches Heißpressen (HIP).

Das Elektrolumineszenzelement umfaßt das Substrat und die Lumineszenzeinheit und dieses Substrat besteht aus dem erfindungsgemäßen lichtdurchlässigen Keramikmaterial, während die Lumineszenzeinheit auf dem Substrat zwischen der gemeinsamen transparenten Elektrodenschicht und der Abtastelektrodenschicht ausgebildet ist. Das Substrat umfaßt das lichtdurchlässige Polykristall und die darauf ausgebildete Lumineszenzschicht kann bei hohen Temperaturen behandelt werden, um so den Lumineszenzwirkungsgrad der Lumineszenzschicht zu erhöhen.

#### FÜNFTES AUSFÜHRUNGSBEISPIEL

Mit Bezug auf Fig. 28 umfaßt ein akustooptisches Bauelement gemäß diesem Ausführungsbeispiel ein akustooptisches Medium

14.08.02

DE 101 95 586 T1

zu den Innenelektroden 83 leitet, erzeugt der Ultraschalloszillator 82 Ultraschallwellen, und die Ultraschallwellen 85 können sich über den Ultraschalloszillator 82 zu dem akustooptischen Medium 81 entlang dessen Längsrichtung ausbreiten. Das akustooptische Medium 81 ist mit dem Ultraschalloszillator 82 verbunden.

Die sich ausbreitenden Ultraschallwellen 85 verändern den Brechungsindex des akustooptischen Mediums 81, um dadurch ein künstliches Beugungsgitter im akustooptischen Bauelement 81 zu erzeugen. Wenn Licht 86 in einer zur Ausbreitungsrichtung der Ultraschallwellen 85 geneigten Richtung in das akustooptische Medium 81 eintritt, kann das Licht 86 gebeugt werden und so gebeugtes Licht 87, einschließlich Primärlicht und Sekundärlicht, liefern. Das gebeugte Licht 87 kann optischen Bauelementen wie bifokalen Linsen zugeführt werden.

Entsprechend der vorgenannten Konfiguration können außerdem das das erfindungsgemäße lichtdurchlässige Keramikmaterial enthaltende akustooptische Medium 81 und der ein piezoelektrisches Keramikteil enthaltende Ultraschalloszillator 82 in einem Stück ausgebildet und durch gleichzeitiges Brennen verbunden werden. Dementsprechend sind das akustooptische Medium 81 und der Ultraschalloszillator 82 mit erhöhter Festigkeit angebracht (verklebt).

Das akustooptische Bauelement kann zum Beispiel mit Hilfe des folgenden Prozesses hergestellt werden.

Zunächst wird das vorgenannte keramische Pulvermaterial hergestellt, wird in einer Kugelmühle mit einem organischen Bindemittel zum Beispiel für 16 Stunden naß gemischt und dadurch entsteht eine Schlämme. Die Schlämme wird mittels eines Verfahrens wie des Rakelverfahrens zu einer Platte



14.08.02

DE 101 95 586 T1

aufweist. Insbesondere werden die Innenelektroden-Pastenbereiche 89a, die als Innenelektroden 83 dienen sollen, auf den Oberflächen der zweiten Grünlingplatten 89, ausgenommen in der Nähe einer Seite davon, ausgebildet.

Als nächstes werden die ersten Grünlingplatten 88 und die zweiten Grünlingplatten 89 in Dickenrichtung laminiert, werden zusammengepreßt und dadurch entsteht ein Verbundlaminat 90.

Das Verbundlaminat 90 wird dann in ein keramisches Pulver mit der gleichen Zusammensetzung wie das keramische Pulvermaterial eingebettet, um die ersten Grünlingplatten zu bilden. Das in das keramische Pulver eingebettete Verbundlaminat 90 wird in einem Brennofen in einer Luftatmosphäre auf Temperaturen erhitzt, bei denen sich das organische Bindemittel aus dem Grünling 46 verflüchtigt. Nach dem Entfernen des Bindemittels wird dem Brennofen Sauerstoff in einer Sauerstoffkonzentration zugeführt, die höher ist als diejenige der Luft, während gleichzeitig die Temperatur weiter erhöht wird. Während die daraus resultierende Brennatmosphäre aufrechterhalten wird, wird die Innentemperatur des Brennofens auf eine Brenntemperatur von beispielsweise 1600 °C erhöht, und das Verbundlaminat 90 wird 20 Stunden lang unter Aufrechterhaltung dieser Brenntemperatur und der Brennatmosphäre gebrannt, so daß ein gesinterter Preßling entsteht. Die Außenelektroden 84 werden dann auf beiden Seiten des gesinterten Preßlings, wie in Fig. 30 dargestellt, ausgebildet, zum Beispiel durch Einbrennen einer Silber (Ag)-Paste. Die Außenelektroden 84 dienen dazu, die auf beiden Seiten freiliegenden Innenelektroden 83 mit elektrischer Energie zu versorgen.

Das daraus resultierende akustooptische Bauelement, in welchem der Ultraschalloszillator 82 Ultraschallwellen mit

DE 101 95 586 T1

14.08.02

Die Basis 101 ist hier ein polykristallines Paraelektrikum ohne Doppelbrechung und die daraus resultierende Stablinse kann ohne Berücksichtigung der Richtung einer Kristallachse hergestellt und somit leicht produziert werden, im Gegensatz zu einer Stablinse, für die ein Material verwendet wurde, welches Doppelbrechung aufweist, wie ein einkristallines  $\text{LiNbO}_3$ .

Bei Verwendung der Stablinse zum Beispiel als Relaislinsensystem in Kombination mit einer konkaven Linse 112 in einem Endoskop, wie in Fig. 31 abgebildet, kann die die Basis 101 mit einem Brechungsindex von wenigstens 1,9 enthaltende Stablinse dadurch die Helligkeit des Relaislinsensystems erhöhen und die Bildqualität verbessern. Die Stablinse wurde unter Berücksichtigung der nach außen konvexen Linseneinheit 102 als Beispiel veranschaulicht, jedoch kann es sich bei den Linseneinheiten 102 auch um konkave Linsen handeln.

Die Stablinse gemäß diesem Ausführungsbeispiel enthält die aus dem erfindungsgemäßen lichtdurchlässigen Keramikmaterial bestehende Basis und die an einer oder beiden Kanten der Basis in deren Längsrichtung ausgebildete(n) Linseneinheit(en), und die Basis ist ein lichtdurchlässiges polykristallines Paraelektrikum. Dementsprechend kann die Stablinse sehr frei und ohne Rücksicht auf die Richtung der Kristallachse ausgelegt werden. Insbesondere umfaßt die Stablinse die Basis mit einem Brechungsindex von wenigstens 1,9 und kann dadurch die Helligkeit und die Bildqualität eines Endoskops erhöhen, wenn dieses in einem Relaislinsensystem eines Endoskops Anwendung findet, im Vergleich zu einem Relaislinsensystem, bei dem Glas und andere, ähnliche Materialien eingesetzt werden.

**Industrielle Anwendbarkeit**

168

11.11.70

Murata Manufacturing Co., Ltd.

01904-02 La/sl

DE 101 95 586 T1

101 95 586.3

## ZUSAMMENFASSUNG

Ein keramisches Pulvermaterial für ein lichtdurchlässiges Keramikmaterial wird mit einem Bindemittel geformt und der daraus resultierende Grünling wird in ein keramisches Pulver mit der gleichen Zusammensetzung wie das keramische Pulvermaterial eingebettet. Nach Entfernen des Bindemittels wird der in das keramische Pulver eingebettete Grünling in einer Atmosphäre mit einer höheren Sauerstoffkonzentration als derjenigen des Bindemittel-Entfernungsprozesses gebrannt und dadurch entsteht ein durch die Formel I:  $\text{Ba}\{(\text{Sn}_u\text{Zr}_{1-u})_x\text{Mg}_y\text{Ta}_z\}_v\text{O}_w$ , Formel II:  $\text{Ba}(\text{Zr}_x\text{Mg}_y\text{Ta}_z)_v\text{O}_w$  oder Formel III:  $\text{Ba}\{(\text{Sn}_u\text{Zr}_{1-u})_x(\text{Zn}_t\text{Mg}_{1-t})_y\text{Nb}_z\}_v\text{O}_w$  dargestelltes lichtdurchlässiges Keramikmaterial. Das lichtdurchlässige Keramikmaterial hat einen Brechungsindex von wenigstens 1,9 und besitzt paraelektrische Eigenschaften.

70  
2

14.08.02  
DE 101 95 586 DE 101 95 586 T1

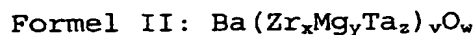
( $x=0,40$ ,  $y=0,11$ ,  $z=0,49$ ), ausgenommen die Linie zwischen Punkt A und B, umschlossen wird.

6. Lichtdurchlässiges Keramikmaterial nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß  $x$ ,  $y$  und  $z$  in Formel I innerhalb des Bereichs liegen, welcher von Punkt E ( $x=0,400$ ,  $y=0,210$ ,  $z=0,390$ ), Punkt F ( $x=0,125$ ,  $y=0,325$ ,  $z=0,550$ ), Punkt G ( $x=0,125$ ,  $y=0,290$ ,  $z=0,585$ ) und Punkt H ( $x=0,400$ ,  $y=0,170$ ,  $z=0,430$ ) umschlossen wird.

7. Lichtdurchlässiges Keramikmaterial nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die durch die Formel:  $\text{ABO}_3$  dargestellte Perowskit-Kristallphase Barium als A-Site-Element und Zink und Tantal als B-Site-Elemente umfaßt.

8. Lichtdurchlässiges Keramikmaterial nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Perowskit-Kristallphase ferner Zirkonium als B-Site-Element umfaßt.

9. Lichtdurchlässiges Keramikmaterial nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Perowskit-Kristallphase durch die



dargestellt wird, worin  $x+y+z=1$ ,  $0 \leq u \leq 1,00$ ,  $1,00 \leq v \leq 1,050$  sind,  $w$  beliebig ist und  $x$ ,  $y$  und  $z$  in Formel I innerhalb des Bereichs liegen, welcher von Punkt A ( $x=0,01$ ,  $y=0,29$ ,  $z=0,70$ ), Punkt B ( $x=0,06$ ,  $y=0,29$ ,  $z=0,65$ ), Punkt C ( $x=0,06$ ,  $y=0,36$ ,  $z=0,58$ ) und Punkt D ( $x=0,01$ ,  $y=0,36$ ,  $z=0,63$ ) umschlossen wird.

10. Lichtdurchlässiges Keramikmaterial nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß  $x$ ,  $y$  und  $z$  in Formel II innerhalb des Bereichs liegen, welcher von Punkt E ( $x=0,020$ ,  $y=0,300$ ,

72  
DE 101 95 586 T1

14.08.00

15. Lichtdurchlässiges Keramikmaterial nach einem der Ansprüche 3, 7 und 11, dadurch gekennzeichnet, daß es ferner wenigstens ein aus der die Elemente Eisen, Kobalt und Nickel umfassenden Gruppe ausgewähltes metallisches Element in einer Menge von höchstens 1,2 Mol-%, bezogen auf die Menge des polykristallinen Oxids, umfaßt.

16. Lichtdurchlässiges Keramikmaterial nach einem der Ansprüche 3, 7 und 11, dadurch gekennzeichnet, daß es im Verhältnis zum sichtbaren Licht eine lineare Durchlässigkeit von wenigstens 20 % aufweist.

17. Lichtdurchlässiges Keramikmaterial nach einem der Ansprüche 6, 10 und 14, dadurch gekennzeichnet, daß es im Verhältnis zum sichtbaren Licht eine lineare Durchlässigkeit von wenigstens 50 % aufweist.

18. Lichtdurchlässiges Keramikmaterial nach einem der Ansprüche 3, 7 und 11, dadurch gekennzeichnet, daß es einen Brechungsindex von wenigstens 2,0 aufweist.

19. Lichtdurchlässiges Keramikmaterial nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das polykristalline Oxid bleifrei ist.

20. Verfahren zur Herstellung eines lichtdurchlässigen Keramikmaterials, dadurch gekennzeichnet, daß es folgende Schritte umfaßt:

Verarbeiten eines keramischen Pulvermaterials und eines Bindemittels zu einer festgelegten Form, so daß ein keramischer Grünling entsteht,

874 14.08.00  
DE 101 95 586 T1

Linse als einem Aufzeichnungsmedium gegenüberliegende Objektivlinse verwendet wird.

26. Optisches Bauelement nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß es ein flaches Substrat und eine optische Funktionseinheit umfaßt und ein flaches optisches Bauelement bildet, das flache Substrat das lichtdurchlässige Keramikmaterial umfaßt und die optische Funktionseinheit auf dem flachen Substrat ausgeformt ist und einen anderen Brechungsindex als das flache Substrat aufweist.

27. Optisches Bauelement nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß die optische Funktionseinheit als Dotierungsmittel für die Änderung des Brechungsindex im Verhältnis zu dem das lichtdurchlässige Keramikmaterial enthaltenden flachen Substrat wenigstens ein Element umfaßt, welches aus der Gruppe von Elementen der Titangruppe, Vanadiumgruppe, Eisen-  
gruppe und Platingruppe und der Gruppe der Seltenerdelemente ausgewählt wurde.

28. Optisches Bauelement nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß es ein Substrat und eine optische Wellenleitereinheit umfaßt und einen optischen Wellenleiter bildet, das Substrat das lichtdurchlässige Keramikmaterial enthält und die optische Wellenleitereinheit einen höheren Brechungsindex als das Substrat aufweist, wobei die Peripherie der optischen Wellenleitereinheit im Verhältnis zu einer Bewegungsrichtung des Lichts mit dem das lichtdurchlässige Keramikmaterial enthaltenden Substrat bedeckt ist.

29. Optisches Bauelement nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß die optische Wellenleitereinheit so ausgeformt ist, daß die Bewegungsrichtung des sich in der optischen Wellenleitereinheit bewegend Lichts verändert wird.

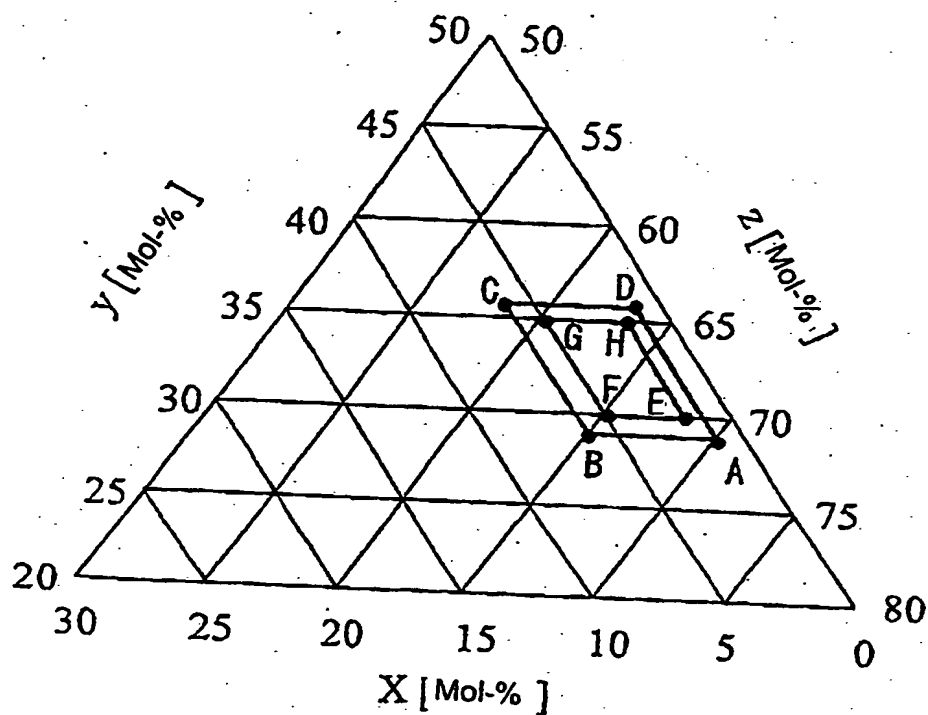
876 14.08.02  
DE 101 95 586 T1

umfaßt, die Innenelektroden in dem Ultraschalloszillator ausgeformt sind und zur Versorgung des piezoelektrischen Keramikteils mit Strom dienen und die Außenelektroden mit den Innenelektroden verbunden sind.

35. Optisches Bauelement nach Anspruch 34 (?) oder 34, dadurch gekennzeichnet, daß das akustooptische Medium und der Ultraschalloszillator durch gleichzeitiges Brennen in einem Stück geformt werden.

36. Optisches Bauelement nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß es eine Basis und eine Linseneinheit umfaßt und eine Stablinse bildet, die Basis das lichtdurchlässige Keramikmaterial enthält und die Linseneinheit an einer Kante in Längsrichtung der Basis ausgeformt ist.

FIG. 2





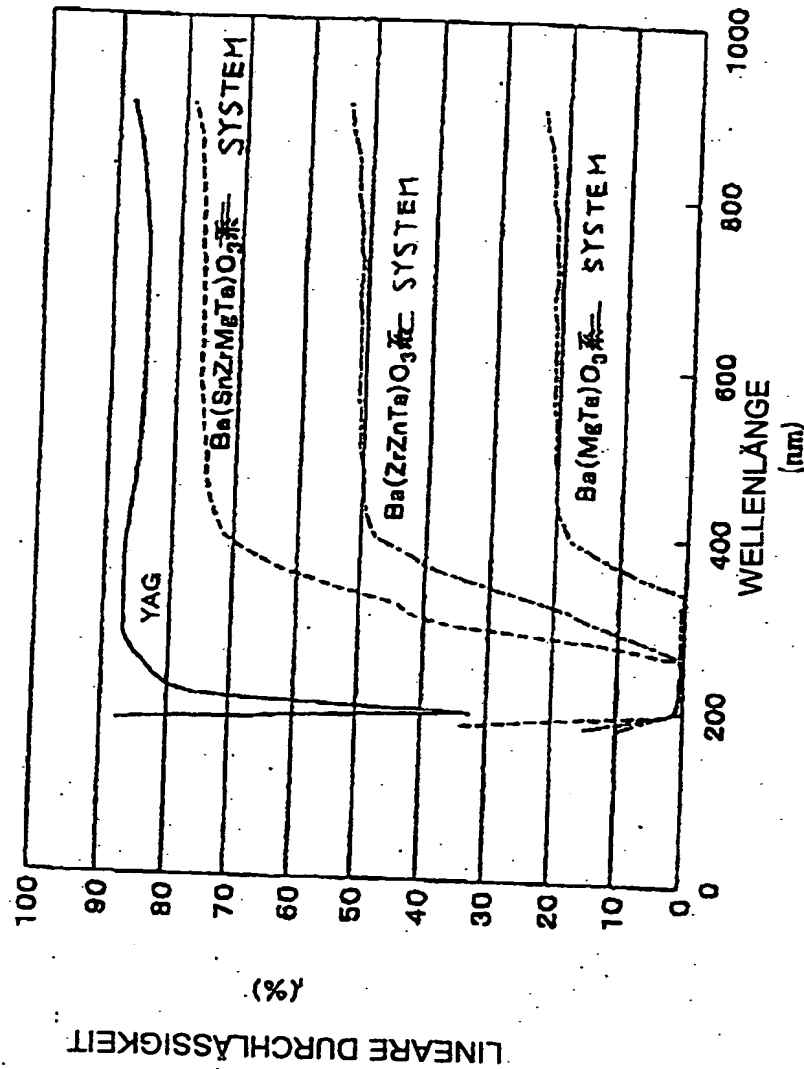
14.08.97

79

DE 101 95 586 T1

4/31

FIG. 4



DICKE 0,4 mm)

VERHÄLTNIS ZWISCHEN LICHTDURCHLÄSSIGKEIT UND WELLENLÄNGE

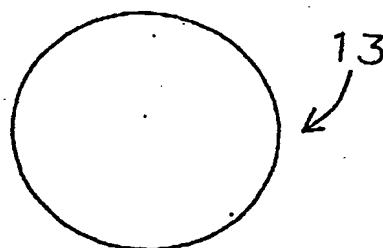
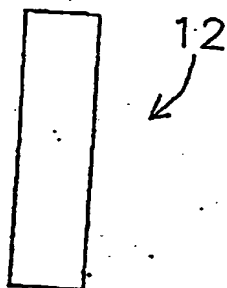
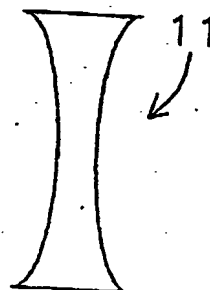
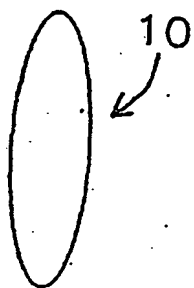
81

14.08.02

6/31

DE 101 95 586 T1

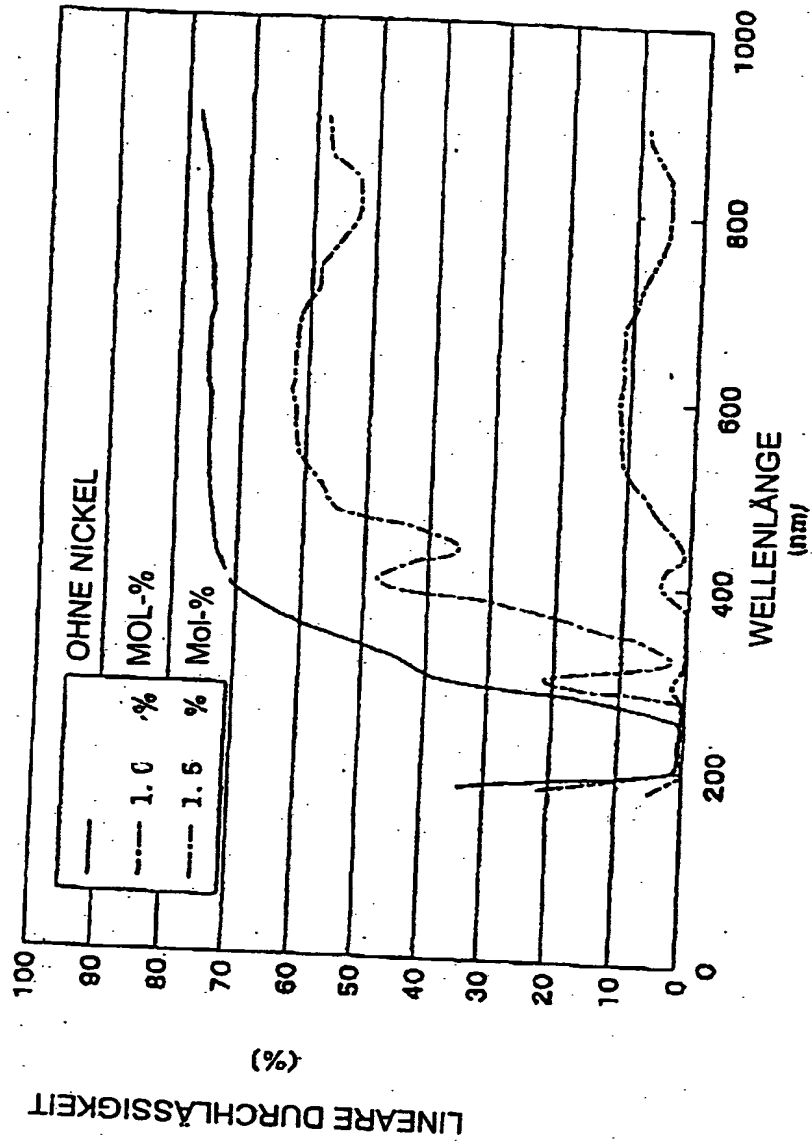
FIG. 6



DE 101 95 586 T1

8/31

FIG. 8



VERHÄLTNIS ZWISCHEN LICHTDURCHLÄSSIGKEIT UND WELLENLÄNGE

85

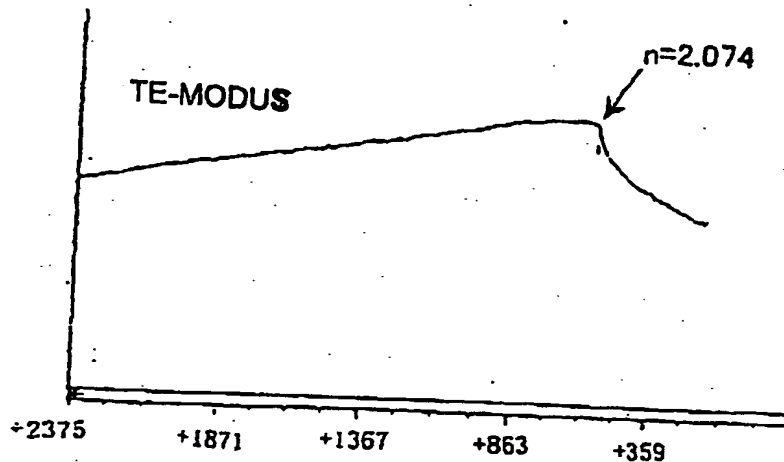
14.08.02

DE 101 95 586 T1

10/31

FIG. 10

INTENSITÄT



ABTASTWINKEL

GEMESSENER BRECHUNGSINDEX

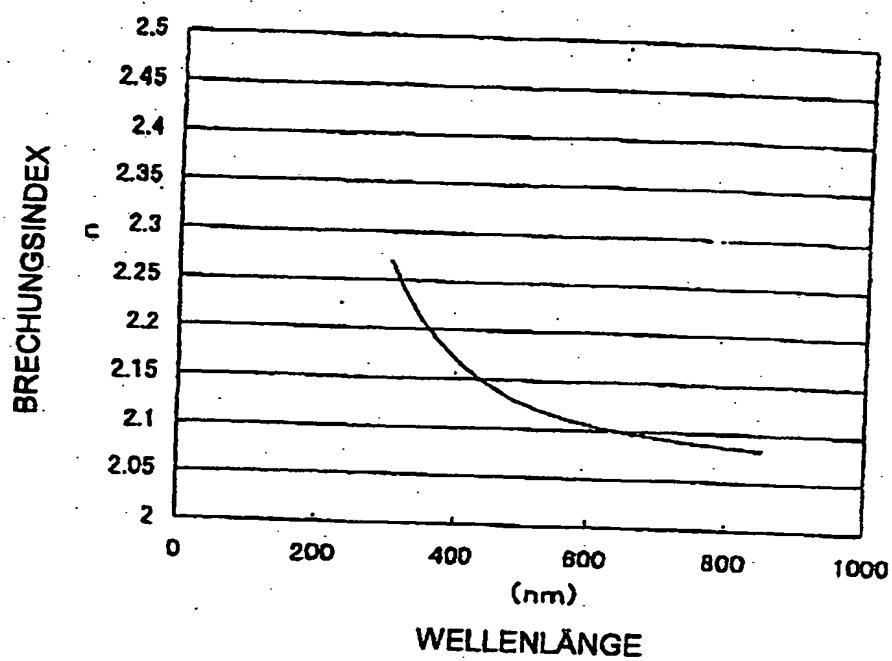
82

14.08.02

12/31

DE 101 95 586 T1

FIG. 12



GEMESSENER BRECHUNGSINDEX

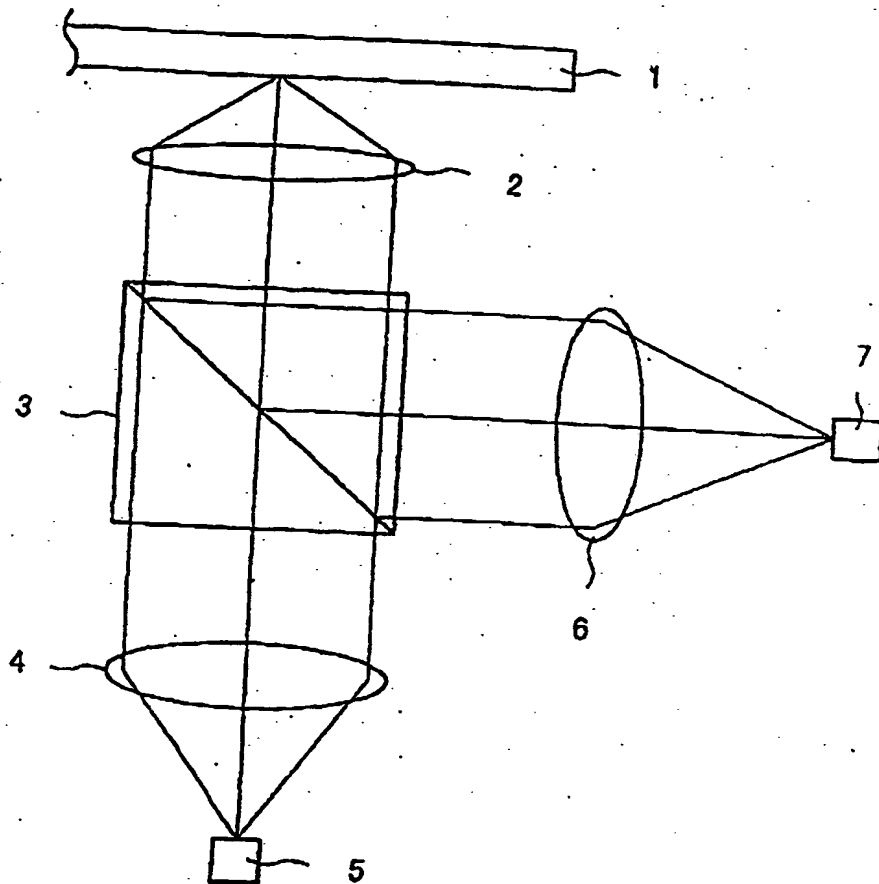
89

14.08.02

14/31

DE 101 95 586 T1

FIG. 14



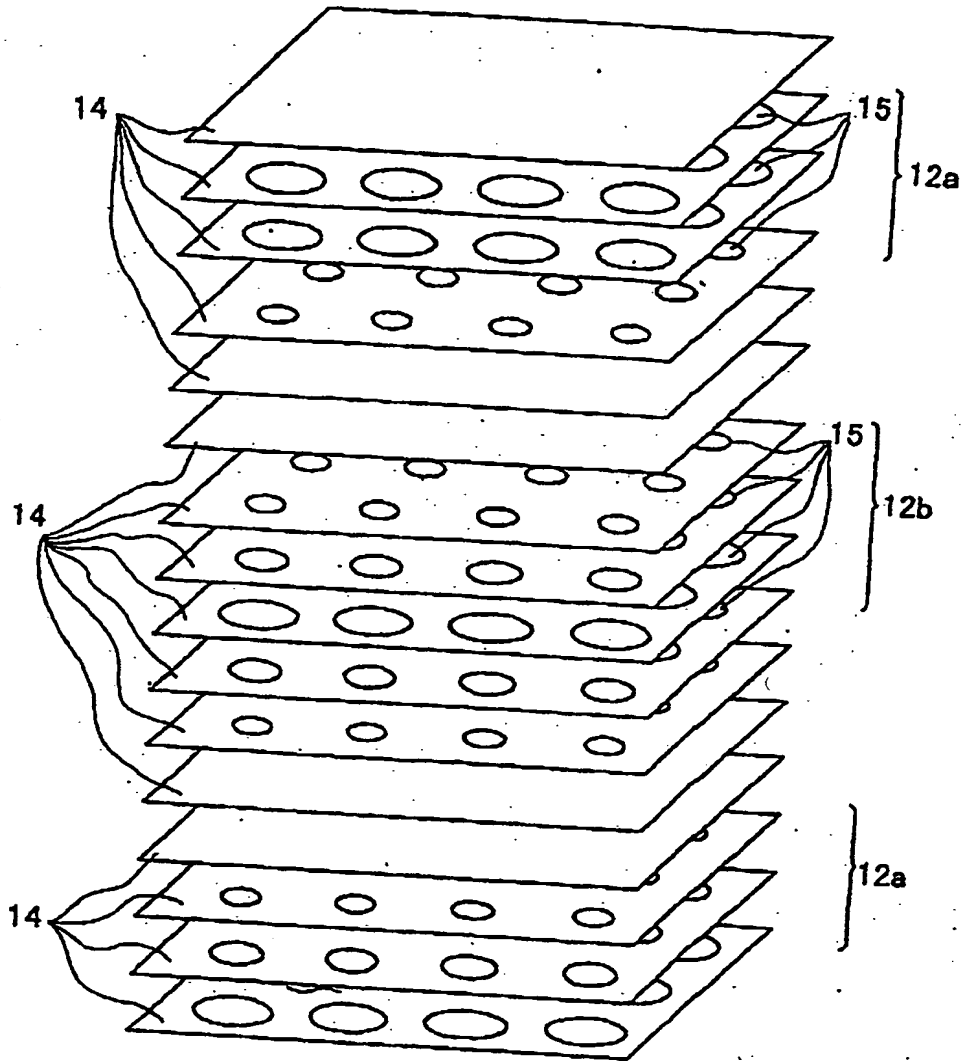
91

14.08.02

16/31

DE 101 95 586 T1

FIG. 16



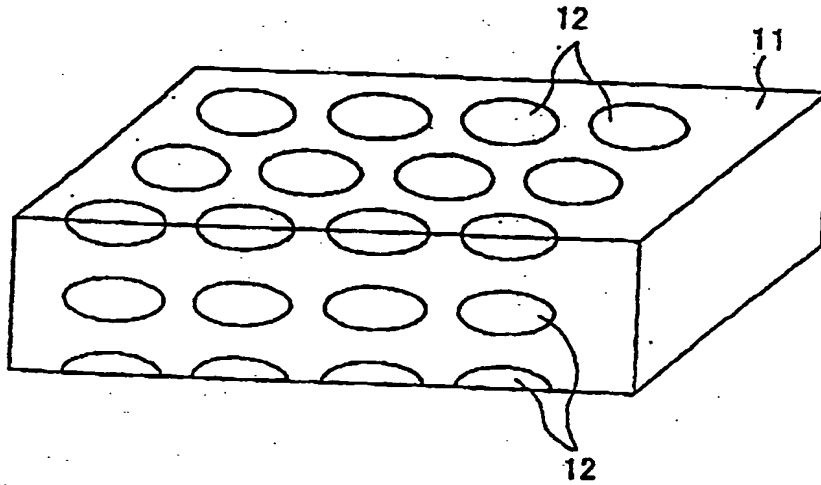
93

14.08.03

18/31

DE 101 95 586 T1

FIG. 18





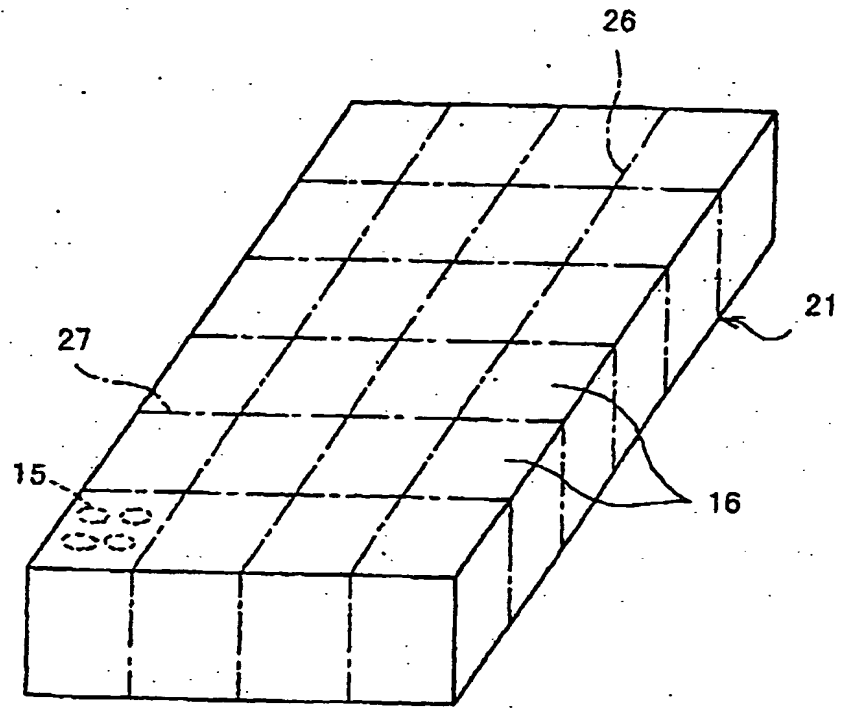
95

14.08.02

20/31

DE 101 95 586 T1

FIG. 20



97

14.08.02

22/31

FIG. 22

DE 101 95 586 T1

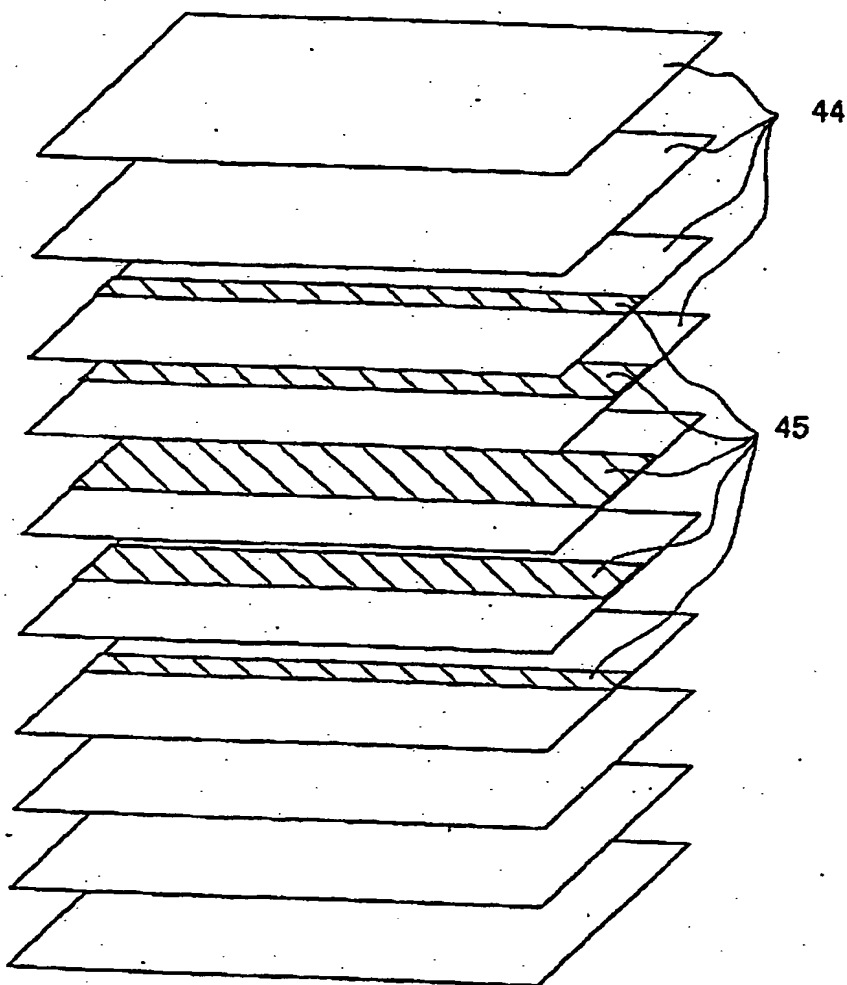


FIG. 24B

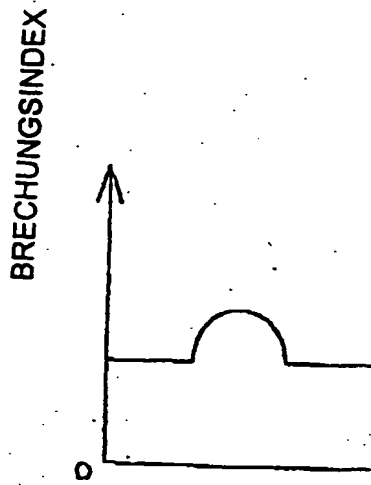


FIG. 24A

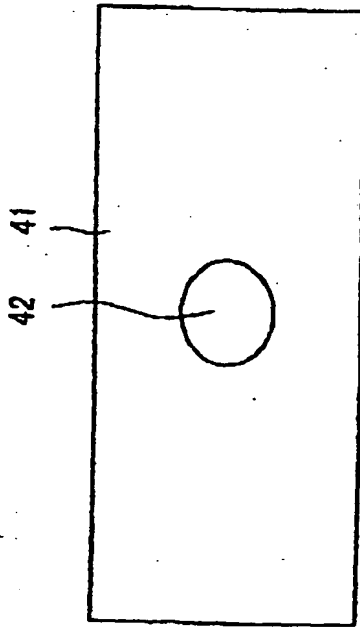
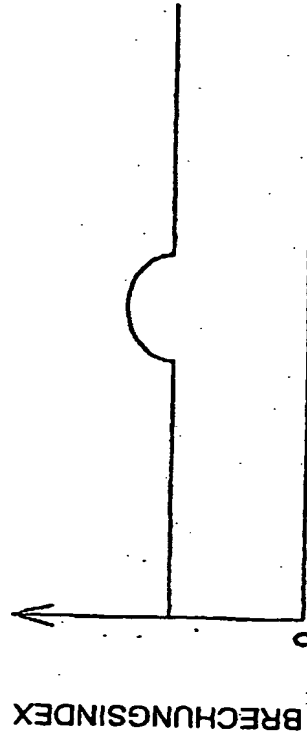


FIG. 24C



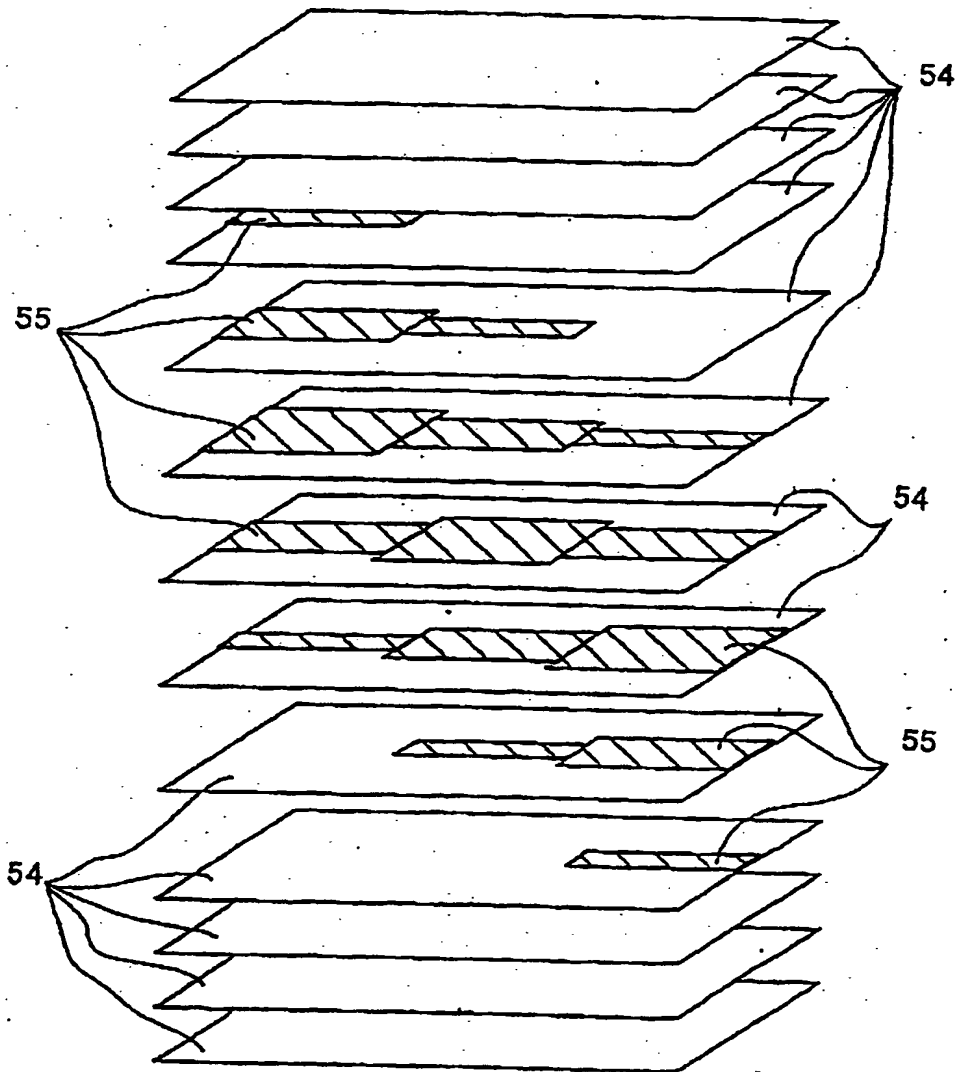
101

14.08.02

26/31

DE 101 95 586 T1

FIG. 26



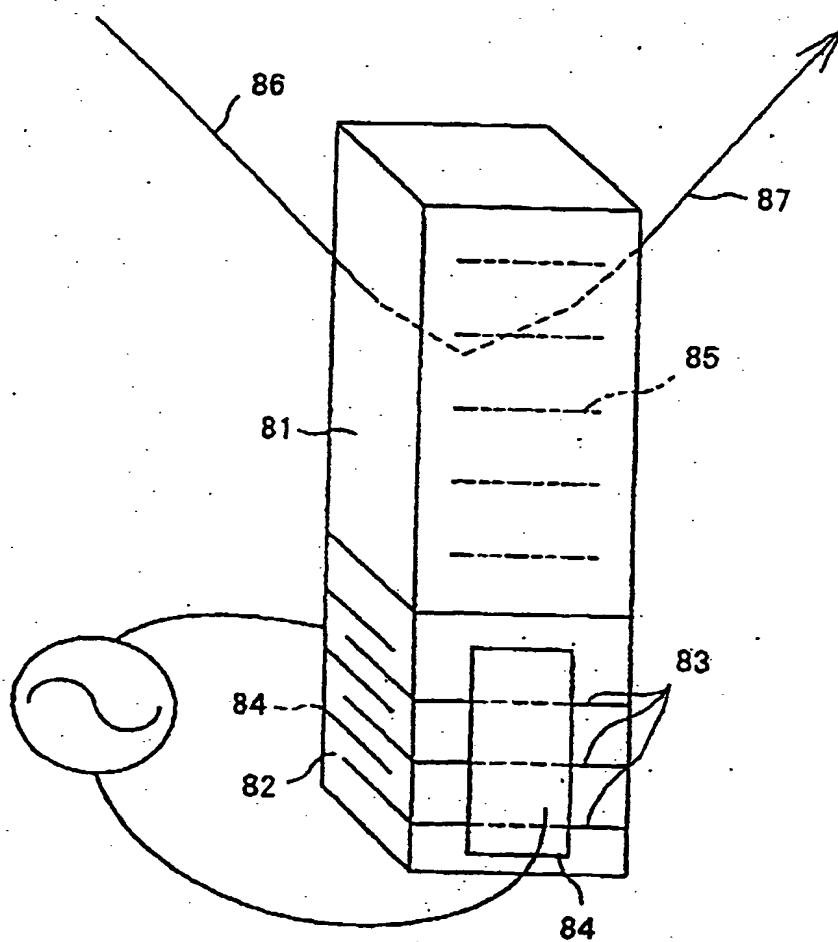
103

14.08.02

28/31

DE 101 95 586 T1

FIG. 28



105

14.08.02

30/31

DE 101 95 586 T1

FIG. 30

